

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELA RAGA

**DIETA E METABOLISMO DE NOTOTHENIA CORIICEPS (Richardson, 1844) E  
NOTOTHENIA ROSSII (Richardson, 1844) NA BAÍA DO ALMIRANTADO – ILHA REI  
GEORGE – PENÍNSULA ANTÁRTICA**

CURITIBA

2012

GABRIELA RAGA

**DIETA E METABOLISMO DE NOTOTHENIA CORIICEPS (Richardson, 1844) E  
NOTOTHENIA ROSSII (Richardson, 1844) NA BAÍA DO ALMIRANTADO – ILHA REI  
GEORGE – PENÍNSULA ANTÁRTICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Orientadora: Profa. Dra. Lucélia Donatti

Co-orientadora: Dra. Helen Audrey Pichler

CURITIBA

2012

Universidade Federal do Paraná  
Sistema de Bibliotecas

Raga, Gabriela

Dieta e metabolismo de *Notothernia coriiceps* (Richardson, 1844) e *Notothernia rossii* (Richardson, 1844) na Baía do Almirantado – Ilha Rei George – Península Antártica. / Gabriela Raga. – Curitiba, 2012.  
89 f.: il. ; 30cm.

Orientadora: Lucélia Donatti

Co-orientadora: Helen Audrey Pichler

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Peixe – Antártida 2. Peixe – Ecologia I. Título II. Donatti, Lucélia III. Pichler, Helen Audrey IV. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (20. ed.) 597.09989



Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO



## PARECER

Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Gabriela Raga** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.

Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

Curitiba, 27 de fevereiro de 2012.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.ª Dra. Lucélia Donatti  
Orientadora e Presidente

Prof.ª Dra. Sílvia Romão  
Membro

Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro  
Membro

Visto:

Prof.ª Dra. Lucélia Donatti  
Coordenadora do PPG-ECO

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Lucélia Donatti, por ter acreditado na minha capacidade e ter me oferecido a oportunidade de participar deste projeto.

À Dra. Helen Audrey Pichler, por ter aceitado me co-orientar, pelas conversas reconfortantes e pelas dicas de valor imensurável.

Aos professores Dr. Luís Fernando Fávaro e Dra. Silvia Romão, pela disponibilidade em participar da banca de avaliação, contribuindo com sugestões para a melhoria deste trabalho.

Ao PPG-ECO da UFPR, ao Ministério da Ciência e Tecnologia, ao INCT-APA, à Comissão Interministerial para os recursos do Mar, ao Programa Antártico Brasileiro e à Marinha do Brasil, pelo apoio financeiro e logístico prestado a este projeto.

Ao REUNI, cujo sem o auxílio financeiro não seria possível a realização dessa dissertação.

Aos professores do Instituto Oceanográfico da USP, pela ajuda na identificação do material, com especial agradecimento a Dra. Mônica Petti.

À minha mãe por ter sido sempre uma inspiração, com sua garra, inteligência e determinação. Além de seu apoio incondicional.

À minha irmã Bruna, por me proporcionar o maior amor do mundo e pelos momentos de descontração.

Ao Alexandre, por ter me dado muito amor durante todo esse tempo, apesar dos meus momentos de “quase loucura” e mau humor. E pelas várias ajudas que ele me deu durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas do laboratório de Biologia Adaptativa da UFPR, Anderson, Banana, Camile, Cintia, Cláudio, Danilo, Maria Rosa e Priscila, uns pela força na realização das análises, outros pelas risadas e ainda alguns pelos dois motivos.

À Banana, Cintia, Flavinha, Mari e Tânia, pelas coletas e análises realizadas durante o inverno antártico.

Aos amigos que fiz durante a XXIX Operantar, que tornaram minha estadia na Antártica ainda mais especial e inesquecível, com agradecimento especial à Maria Rosa, companheira para todas as horas.

Aos colegas de mestrado, por estarem sempre por perto, compartilhando os bons e os maus momentos.

## RESUMO

Conhecer aspectos da biologia e ecologia de peixes antárticos pode auxiliar no entendimento das interações ecológicas entre estes organismos. Além disso, fornece informações que subsidiam a compreensão dos mecanismos que possibilitam a coexistência e a exploração dos recursos de um mesmo sistema por várias espécies. Este trabalho teve o objetivo de avaliar as variações espaciais e temporais na ocorrência, no metabolismo e na dieta dos peixes antárticos *Notothenia rossii* e *Notothenia coriiceps* coletados na baía do Almirantado, Ilha Rei George, Arquipélago das Shetland do Sul, Península Antártica. As coletas foram feitas com anzol e linha a uma profundidade de 10 a 25 metros em dois pontos: Glaciar Ecology e Punta Plaza, ambos os pontos localizados na baía do Almirantado, sendo que Glaciar Ecology recebe maior aporte de matéria orgânica por estar localizado próximo a uma pinguineira. Foram coletados 145 indivíduos de *N. rossii* (todos juvenis) e 132 de *N. coriiceps* (juvenis e adultos). Análises sanguíneas indicaram reduções nas concentrações de triglicérides e glicose durante as estações referentes a outono/inverno para *N. rossii*, o que pode indicar uma diminuição na disponibilidade de alimentos e a maior necessidade energética para controle do metabolismo. As análises teciduais indicaram, na maioria das vezes, para ambas as espécies, maiores concentrações de glicogênio e lipídios, tanto em fígado quanto em músculo, durante os períodos de primavera/verão. A dieta das espécies estudadas constituiu-se predominantemente por anfípodas e algas, não havendo grande variação entre as diferentes estações.

Palavras-chave: Peixes antárticos. Ocorrência. Punta Plaza. Glaciar Ecology.

## ABSTRACT

Knowing the biology and ecology aspects of Antarctic fish may help in the understanding of the ecological interactions between these organisms. Furthermore, provide information that supports the knowledge of mechanisms that enable coexistence and exploitation of the same system by different species. This work aimed to evaluate the spatial and temporal variations in the occurrence, metabolism and diet of the Antarctic fish *Notothenia rossii* and *Notothenia coriiceps* collected in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands, Antarctic Peninsula. The samples were taken with hook and line in depth between 10 and 25 meters on two points: Ecology Glacier and Punta Plaza. Ecology Glacier receives greater input of organic matter to be located near a penguin colony. Were collected 145 individuals of *N. rossii* (all juveniles) and 132 of *N. coriiceps* (juveniles and adults). Blood tests showed reductions in triglyceride and glucose concentrations during the seasons related to autumn/winter to *N. rossii*, which may indicate a decrease in food availability and greater energetic need for control of metabolism. The tissue analyzes indicated, in most cases, for both species, higher concentrations of glycogen and lipids in both liver and muscle, during periods of spring/summer. The diet of the species consisted mainly of amphipods and algae, with no great variation between the different stations.

Key words: Antarctic fish. Occurrence. Punta Plaza. Ecology Glacier.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Mapa indicando, em vermelho, a Área Antártica Especialmente Gerenciada (AAEG) na Ilha Rei George, Península Antártica ..... 15
- FIGURA 2 - a) Mapa do continente antártico; b) Península Antártica com as Ilhas Shetland do Sul e ilha Rei George ao norte; c) Detalhe da baía do Almirantado, com destaque para os dois pontos de coleta de *N. rossii* e *N. coriiceps* (1. Punta Plaza e 2. Glaciar Ecology).....25
- FIGURA 3 - Desenhos representativos das duas espécies estudadas: a) *Notothenia rossii*; b) *Notothenia coriiceps* .....26
- FIGURA 4 - Transportes utilizados durante as coletas de *N. rossii* e *N. coriiceps*, no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11: a) bote pneumático; b) lancha “Skua”. .....26
- FIGURA 5 - Variação sazonal e espacial da porcentagem de ocorrência de *N. rossii* (a) e *N. coriiceps* (b), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11.....31
- FIGURA 6 - Variação sazonal e espacial das médias de Comprimento Total (CT em cm) dos espécimes de *N. rossii* (a) e *N. coriiceps* (b), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 ..32
- FIGURA 7 - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.....35
- FIGURA 8 - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de adultos de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11...37



FIGURA 9 - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de juvenis de <i>N. coriiceps</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 .....	39
FIGURA 10 - Variação sazonal e espacial das concentrações de proteínas totais (mg/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de <i>N. rossii</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 ..	41
FIGURA 11 - Variação sazonal e espacial das concentrações de glicogênio (mM/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de <i>N. rossii</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 ..	42
FIGURA 12 - Variação sazonal e espacial das concentrações de lipídios (mg/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de <i>N. rossii</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 .....	43
FIGURA 13 - Variação sazonal e espacial das concentrações de proteínas totais (mg/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de <i>N. coriiceps</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 .....	44
FIGURA 14 - Variação sazonal e espacial das concentrações de glicogênio (mM/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de <i>N. coriiceps</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 .....	46
FIGURA 15 - Variação sazonal e espacial das concentrações de lipídios (mg/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de <i>N. coriiceps</i> , coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 .....	47

- FIGURA 16 - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, nos períodos de Out/Inv-09 (a), Pri/Ver-10 (b), Out/Inv-10 (c) e Pri/Ver-11 (d).....51
- FIGURA 17 - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA) dos itens mais representativos identificados da dieta de *N. rossii* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, nos períodos de Out/Inv-09 (a), Pri/Ver-10 (b), Out/Inv-10 (c) e Pri/Ver-11 (d).....52
- FIGURA 18 - Sazonalidade e distribuição espacial das médias do índice de repleção (IR%) para *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. ....53
- FIGURA 19 - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de adultos e juvenis de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 ..60
- FIGURA 20 - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de adultos e juvenis de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 ...61
- FIGURA 21 - Sazonalidade e distribuição espacial das médias do índice de repleção (IR%) para adultos e juvenis de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology (a) e em Punta Plaza (b), baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 ..62

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Métodos utilizados para determinação dos parâmetros plasmáticos do sangue de *N. rossii* e *N. coriiceps*, coletados em Punta Plaza e no Glaciar Ecology, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11. Foram utilizados kits reagentes comerciais desenvolvidos pela Gold Analisa Diagnóstica Ltda. ....27
- TABELA 2 - Biometria de indivíduos de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Legenda: n = número de indivíduos coletados; X = média do CT (cm); DP = desvio padrão; Mín. = valor mínimo de CT encontrado; e Máx. = valor máximo de CT encontrado .....48
- TABELA 3 - Composição sazonal da dieta de 145 indivíduos de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de desvio padrão sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida.....50
- TABELA 4 - Biometria dos indivíduos de *N. coriiceps*, jovens e adultos, coletados no Glaciar Ecology e Punta Plaza, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Onde: n = número de indivíduos coletados; X= média do CT (cm); DP = desvio padrão; Mín. = valor mínimo de CT encontrado; e Máx. = valor máximo de CT encontrado.....53
- TABELA 5 - Composição sazonal da dieta de 130 indivíduos de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio

padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de DP sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão destacados em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida.....56

TABELA 6 - Composição sazonal da dieta de 130 indivíduos de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de DP sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão destacados em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida.....58

TABELA 7 - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 .....87

TABELA 8 - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 ...88

TABELA 9 - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 ...89

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	15
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
1.2 OBJETIVO GERAL	22
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b>	23
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E COLETAS	23
2.2 PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS	26
2.2.1 Parâmetros plasmáticos do sangue	26
2.2.2 Concentração de substratos energéticos nos tecidos	28
2.2.3 Dieta	28
2.3 ANÁLISES DOS DADOS	29
<b>3 RESULTADOS</b>	31
3.1 PARÂMETROS PLASMÁTICOS DO SANGUE	33
3.1.1 <i>Notothenia rossii</i>	33
3.1.2 <i>Notothenia coriiceps</i>	36
3.2 CONCENTRAÇÃO DE SUBSTRATOS ENERGÉTICOS NOS TECIDOS	40
3.2.1 <i>Notothenia rossii</i>	40
3.2.1.1 Proteínas totais	40
3.2.1.2 Glicogênio total	41
3.2.1.3 Lipídios totais	42
3.2.2 <i>Notothenia coriiceps</i>	43
3.2.2.1 Proteínas totais	43
3.2.2.2 Glicogênio total	45
3.2.2.3 Lipídios totais	46
3.3 DIETA	48
3.3.1 <i>Notothenia rossii</i>	48
3.3.2 <i>Notothenia coriiceps</i>	53
<b>4 DISCUSSÃO</b>	63
<b>5 CONCLUSÕES</b>	70
<b>REFERÊNCIAS</b>	71
<b>ANEXOS</b>	80

<b>ANEXO 1:</b> Protocolos utilizados para determinação da concentração de substratos energéticos nos tecidos hepático e muscular.....	80
<b>ANEXO 2:</b> Médias e desvios padrão dos parâmetros plasmáticos do sangue calculados para <i>N. rossii</i> (Tabela 7) e <i>N. coriiceps</i> (Tabelas 8 e 9), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.....	87



Na XXX Reunião das Partes Consultivas do Tratado da Antártica (ATCM), realizada em Nova Delhi, Índia, em maio de 2007, foi aprovada a Resolução 3 (2007) sobre Monitoramento Científico de Longo Termo e Observações Ambientais na Antártica. Por essa Resolução, foi recomendado às Partes do Tratado que estabeleçam, mantenham e estendam, em seus programas nacionais, monitoramento científico de longo prazo e observações de mudanças ambientais nos componentes físico, químico, geológico e biológico do meio ambiente antártico; e que contribuam com a rede de sistemas de observação iniciada no Ano Polar Internacional (2007-08).

Conhecer aspectos da biologia e ecologia de peixes existentes na Baía do Almirantado pode auxiliar no entendimento das interações ecológicas e fornecer informações que subsidiem a compreensão dos mecanismos que possibilitam a coexistência e a exploração dos recursos de um mesmo sistema por várias espécies (Kriwan & Diehl, 2005). Na Baía do Almirantado, o alto grau de similaridade observado nas dietas entre os nototenídeos antárticos sugere uma complexa estrutura trófica normalmente associada com comunidades de altas latitudes. As mudanças ambientais, principalmente as relacionadas às alterações climáticas globais, observadas na Península Antártica exigem que pesquisas científicas sejam realizadas nas regiões polares visando à compreensão das implicações dessas alterações e sua importância ambiental e econômica para o planeta.

*Notothernia coriiceps* (Richardson, 1844) e *Notothernia rossii* (Richardson, 1844) são endêmicas da região antártica e são duas das quatro espécies dominantes da Baía do Almirantado. Apesar das medidas de conservação estabelecidas pela Convenção para a Conservação dos Recursos Vivos Marinhos Antárticos (CCAMLR), as atividades de pesca na Antártica têm levado à exploração relativamente intensa de algumas espécies de peixes, incluindo as duas estudadas neste trabalho, havendo um impacto maior sobre *N. rossii*. Esta espécie é importante para a pesca industrial, sendo capturada devido à qualidade da sua carne e de suas ovas (Fisher & Hureau, 1988). No início da década de 1970, os estoques de *N. rossii* estavam esgotados, conduzindo à adoção de medidas de conservação especial e, atualmente, sua pesca comercial é proibida até que haja recuperação de seus estoques (Di Prisco *et al.*, 1991; CCAMLR, 2011).



## 1.1 Revisão Bibliográfica

Seres vivos deparam-se na natureza com limitações comportamentais e de desenvolvimento impostas pelos recursos energéticos disponíveis no ambiente e/ou armazenados em tecidos somáticos. A energia é necessária para a manutenção do metabolismo básico e de suas atividades biológicas. Para as espécies de peixes, a alocação de energia, assimilada do alimento, tem profundas implicações na sobrevivência e no sucesso reprodutivo (Seibel & Drazen, 2007). Portanto, é indispensável o conhecimento de como a energia é alocada para os diferentes processos fisiológicos em nível individual, populacional e dentro de comunidades. O estudo do balanço energético de um organismo possibilita uma maior compreensão da sua ecologia, pois este expressa qual proporção da energia consumida é direcionada para os vários processos vitais e como esta alocação pode flutuar durante o ciclo de vida da espécie (Rezende *et al.*, 2008). Além disso, o conhecimento do balanço energético é importante na análise das relações da espécie com seu hábitat específico, comunidade ou ecossistema, auxiliando nas práticas de manejo.

Peixes, assim como outros animais, necessitam de fornecimento de energia química para exercer várias funções metabólicas. Os lipídios representam um componente significativo na dieta dos peixes e seus estoques são relativamente grandes. Células musculares de peixes antárticos contêm muito lipídio, que pode estar armazenado na forma de gotículas lipídicas intracelulares e como lipídios associados à mitocôndria e a outras membranas (Steffensen, 2005). O lipídio intracelular não é somente usado como estoque de energia, mas também tem uma importante função em prover fluidez às espécies pelágicas. Já o lipídio extracelular atua no transporte de oxigênio através das células (Steffensen, 2005) e sua concentração no músculo de nototenóides varia entre 9% e 45,6% do peso seco (Portner *et al.*, 2005). A oscilação na concentração de lipídios reflete seu uso como estoque de energia durante períodos de restrição alimentar no inverno (Portner *et al.*, 2005). Análises de conteúdo lipídico em fígado e músculo de *N. coriiceps* forneceram resultados significativos, com maior concentração de colesterol no músculo que no fígado (Kamler *et al.*, 2001).

Estudos comparativos entre indivíduos dos dois sexos de *N. coriiceps* mostraram que as fêmeas, além de serem maiores e mais pesadas, possuem o fígado maior e com maior concentração de lipídios do que os machos. Resultados similares foram observados para *N. rossii*. Em tecido muscular esta diferença não foi encontrada (Kamler *et al.*, 2001). Ainda para o mesmo autor, além do sexo, o modo de vida é outro fator que influencia fortemente na concentração tecidual de lipídios.

O esforço reprodutivo é significativamente menor nos machos, assim a flutuabilidade sazonal na concentração de lipídios é muito maior nas fêmeas. Durante o processo de maturação uma grande concentração de lipídios é encontrada nas fêmeas, porém estes níveis são reduzidos logo após a desova (Kamler *et al.*, 2001).

A digestão de proteínas e a absorção de aminoácidos e peptídeos é o primeiro passo do metabolismo protéico. A digestão das proteínas se inicia na boca e na cavidade faringiana dos peixes, terminando no intestino, onde há absorção de aminoácidos, di e tripeptídeos, com a ação das enzimas digestivas. Após absorvidos, os aminoácidos são direcionados para a síntese de proteínas ou, em caso de falta de alimento, para a produção de energia (Bombardeli *et al.*, 2004).

Apesar de o ambiente marinho antártico apresentar características físicas extremas (baixas temperaturas, extremos na iluminação, gelo e velocidade do vento), deve-se enfatizar a constância em alguns aspectos como a concentração de solutos e a temperatura da água. A temperatura das águas do Oceano Antártico permanece em torno de  $-1,8^{\circ}\text{C}$  (Clarke, 1983). O afloramento de águas mais quentes de latitudes menores, afeta a estabilidade da coluna d'água, sendo que na primavera e no verão favorece o crescimento do fitoplâncton (Bargagli, 2005).

Mais do que a temperatura, a luminosidade tem grande influência sazonal no ambiente marinho antártico, restringindo a produção autotrófica e a disponibilidade de recursos para os consumidores primários, enquanto que a formação sazonal de gelo tem importante papel na colonização e na estrutura das comunidades (Bargagli, 2005; Convey, 2007).

Peixes antárticos possuem adaptações que possibilitam a sobrevivência às condições impostas pelo continente, relacionadas principalmente às baixas temperaturas e à sazonalidade do clima antártico, que afeta a disponibilidade de

alimento ao longo do ano. Dentre elas, destaca-se a presença de glicoproteínas anticongelantes (AFGPs- *AntiFreeze GlicoProteins*), que abaixam o ponto de congelamento dos fluidos corporais do animal, que normalmente é de cerca de  $-0,6$  a  $-0,8^{\circ}\text{C}$ , para um ponto em que estes não congelem na temperatura normal das águas da Antártica (Chen *et al.*, 1997; Schmidt-Nielsen, 2002; Cheng *et al.*, 2003; Harding *et al.*, 2003; Jin & De Vries, 2006; Cullins *et al.*, 2011). Além disso, existem mecanismos para a diminuição da viscosidade do sangue, envolvendo a diminuição do número de eritrócitos e a quantidade de hemoglobina (MacDonald & Wells, 1991; Knox, 1994). Ultraestruturalmente a mudança mais marcante é a composição de fosfolipídeos da membrana celular, que contém mais cadeias de ácidos graxos insaturados, que tendem a ser mais fluidos a temperaturas baixas, mantendo a mobilidade da membrana (MacDonald & Wells, 1991). Ainda, há grande capacidade de absorção de lipídios em quase toda a superfície intestinal, o que representa uma adaptação para absorver, acumular e transportar gordura em grande quantidade para prover o animal com a quantidade de energia necessária para seu sucesso em ambientes frios. Em relação à sazonalidade, é comum estes peixes apresentarem altos níveis de estoque de gordura, para se manterem metabolicamente ativos durante o inverno rigoroso e escasso em alimentos (Hernandez-Blazquez *et al.* 2006).

Durante os últimos 40 milhões de anos houve substituição quase total da ictiofauna da Antártica, que hoje é quase totalmente endêmica (97%). Atualmente são reconhecidas 322 espécies de peixes antárticos, distribuídas em 50 famílias, (Di Prisco *et al.*, 2007). Três grupos, os Notothenioidei, os Zoarcidae e os Liparidae se destacam, abrangendo 87,7% das espécies. A subordem Notothenioidei (ordem Perciforme) é dominante em diversidade (76,6%), abundância (91,6%) e biomassa (91,2%). As oito famílias da subordem Notothenioidei possuem 44 gêneros e 129 espécies, sendo que destas, 101 são espécies antárticas (Eastman, 2005).

O metabolismo e outros processos fisiológicos em peixes antárticos acontecem em temperaturas que seriam letais para muitas espécies de peixes que habitam ambientes temperados e para todas as de ambientes tropicais (Johnston, 1993). Embora as proteínas e membranas dos peixes antárticos sejam altamente especializadas às baixas temperaturas, todos ou quase todos os processos que requerem energia acontecem mais lentamente que em espécies que habitam águas

mais quentes. No entanto, estudos indicam que as enzimas dos peixes antárticos quando comparadas com peixes de águas temperadas são catalisadores mais eficientes (Evans & Somero, 2010; Somero, 2010). A baixa capacidade aeróbica dos processos fisiológicos e a lentidão com que os alimentos são processados podem interferir fortemente nas estratégias de histórias de vida desses animais (Johnston, 1993). Estudos em peixes mostram que fatores como a temperatura, tempo pós-prandial, tipo e tamanho do alimento, grau de estresse, peso, tamanho e fisiologia do predador influenciam no tempo de passagem do alimento pelo estômago (Bromley, 1994; Salvanes *et al.*, 1995; Silva e Araújo-Lima, 2003). A temperatura em especial, age controlando o metabolismo dos peixes, havendo importante efeito sobre a taxa de alimentação, atividade das enzimas digestivas, motilidade gástrica e intestinal, taxa de secreção de sucos digestivos e taxa de absorção intestinal (Kapoor *et al.*, 1975; Silva & Araújo-Lima, 2003).

A energia adquirida através da ingestão de alimentos é perdida na forma de fezes e outros produtos de excreção, e utilizada na manutenção do metabolismo e/ou depositada para a construção de novos tecidos (Guillaume & Choubert, 1999). A necessidade energética dos peixes varia principalmente em função do seu tamanho (de modo geral, a quantidade de energia utilizada aumenta conforme aumenta a massa corporal) e da temperatura da água. No entanto, a necessidade energética pode também ser influenciada por outros fatores como o tipo de alimento, as atividades fisiológicas (como reprodução, movimentação, excreção) e fatores ambientais (Guillaume *et al.*, 2001). Além disso, a densidade calórica (Bryan *et al.*, 1996) e a composição da dieta (Casaux *et al.*, 2003) de peixes como os nototenídeos pode variar geograficamente entre populações, ou seja, espacialmente.

Para La Mesa *et al.* (2004), o fato de os nototenídeos serem o único grupo de peixes antárticos com biomassa significativa faz com que, consequentemente, desempenhem papel fundamental na cadeia alimentar. Em um estudo para quantificar a importância de duas espécies chave de peixes antárticos na cadeia alimentar, os mesmos autores observaram que os peixes nototenídeos desempenham papel fundamental no Mar de Ross, na Antártica. Como predador, ocupam muitos dos nichos disponíveis no ecossistema marinho; como presa,

representam importante recurso para os predadores de topo. Ainda constituem o elo principal entre os níveis inferior e superior da cadeia.

Durante o verão, o derretimento do gelo costeiro de áreas próximas a colônias de focas e pinguins leva ao escoamento de nutrientes para o mar. Rakusa-Suszczewski, (1995) observou que na Baía do Almirantado, local deste estudo, aves produzem grandes quantidades de matéria orgânica como fezes, urina, penas, casca de ovos e regurgito. Weber & Montone (2006) observaram alta presença de nitrogênio no sedimento próximo à costa de Arctowski, na Baía do Almirantado, claramente devido à presença das pinguineiras. Aliado a isso, o aumento da intensidade e do período de irradiação solar, provocam aumento no crescimento de algas planctônicas e bentônicas (Echeverría *et al.* 2005).

*Notothernia coriiceps* e *N. rossii* têm baixo ritmo de crescimento, principalmente no inverno. Acredita-se que seja uma estratégia ecológica, pois maximiza a aquisição de alimentos e minimiza o custo energético para sobreviver. O tamanho máximo da primeira espécie é de 62 cm e o da segunda 92 cm (Everson, 1984).

A dieta de *N. coriiceps* reflete a disponibilidade de alimento no momento e local da ingestão (Casaux *et al.*, 2003). Sua dieta consiste de organismos bentônicos, como anfípodas e outros animais constituintes do zooplâncton (Bellisio, 1964; Knox, 1994). É observado também um considerável consumo de macroalgas por indivíduos desta espécie, o que sugere que este seja um componente importante da dieta destes animais (Bellisio, 1964; Burchet *et al.*, 1983 *apud* Knox, 1994). Os hábitos alimentares de *N. coriiceps* podem variar de acordo com a localidade sendo que em águas rasas (1-20 m de profundidade), a dieta consiste de animais bentônicos, como anfípodas, gastrópodes e bivalves, e muito poucos organismos pelágicos (Richardson, 1975). Já exemplares de águas mais profundas (acima de 170 m de profundidade) possuem uma dieta com predominância de animais pelágicos, como peixes menores e anfípodas hiperídeos (Permitin & Tardiyera, 1978 *apud* Knox, 1994). Em geral, o tamanho e a quantidade de presas consumidas e o número de diferentes espécies predadas são incrementadas à medida que o peixe cresce (Knox, 1994).

Já, a dieta de *N. rossii* é ontogenética, isto é, muda ao longo da vida do animal, havendo pequenas diferenças nas preferências alimentares dos juvenis e dos adultos. A mudança de dieta está relacionada à preferência por profundidades maiores ou menores, evidente nesta espécie. São carnívoros, consumidores de organismos bentônicos, tendo preferência pelo krill (*Euphausia* spp.). No conteúdo estomacal destes peixes também podem ser encontrados anfípodos hiperídeos e gamarídeos, poliquetos nereídeos, além de algas e ctenóforos (Knox, 1994). Existem, segundo este mesmo autor, diferenças sazonais nas dietas, sendo que juvenis de *N. rossii* consomem uma variedade maior de alimentos durante o verão.

Ainda, em estudo realizado por Casaux *et al.* (2003) com Notothenioidei na Península Antártica, as algas constituíram o principal componente da dieta de *N. coriiceps* e *N. rossii* e estas não são ingeridas acidentalmente (Bellisio, 1964; Burchett, 1983a).

## 1.2 Objetivo geral

- Avaliar as variações espaciais e temporais na ocorrência, no metabolismo e na dieta de peixes antárticos *N. rossii* (Richardson, 1844) e *N. coriiceps* (Richardson, 1844) coletados em duas áreas na Baía do Almirantado – Ilha Rei George - Península Antártica.

## 1.3 Objetivos específicos

- Determinar variação espacial e temporal dos parâmetros plasmáticos (glicose, proteínas totais, albumina, triglicérides, colesterol total, cloretos, magnésio, cálcio e fósforo) de *N. rossii* e *N. coriiceps* coletadas em duas áreas da Baía do Almirantado.
- Determinar variação espacial e temporal da concentração de substratos energéticos (proteínas totais, glicogênio total e lipídios totais) nos tecidos hepático e muscular de *N. rossii* e *N. coriiceps* coletadas em duas áreas da Baía do Almirantado.

- Determinar variação espacial e temporal da dieta de *N. rossii* e *N. coriiceps* coletadas em duas áreas da Baía do Almirantado.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Caracterização da área e coletas

A Baía do Almirantado possui 131 Km<sup>2</sup> e está situada entre as latitudes 61°S e 63°30'S e longitudes 53°55'W e 62°50'W (Arigony-Neto *et al.*, 2002). Sua costa litorânea possui 91 quilômetros de extensão, que vão desde Ponta Demay até Punta Martins (Figura 2c). Sua profundidade máxima é por volta de 530-540m, na região central da Baía, que possui formato de “U” (Rakusa-Suszczewski *et al.*, 1993). A temperatura média anual varia entre -1,7 e -2,0°C na superfície, entre -1,1 e 0,28°C a 400m de profundidade e é de 0,4°C na coluna d'água (Kulenz, 1994). Ao sul, a Baía é aberta para o Estreito de Bransfield, de onde recebe águas derivadas do Mar de Bellingshausen, cujo transporte de águas pode influenciar o plâncton e os bentos da zona costeira. A dinâmica das marés é a principal responsável pela circulação de água no interior da Baía (Rakusa-Suszczewski *et al.*, 1993; Bromberg, 1999).

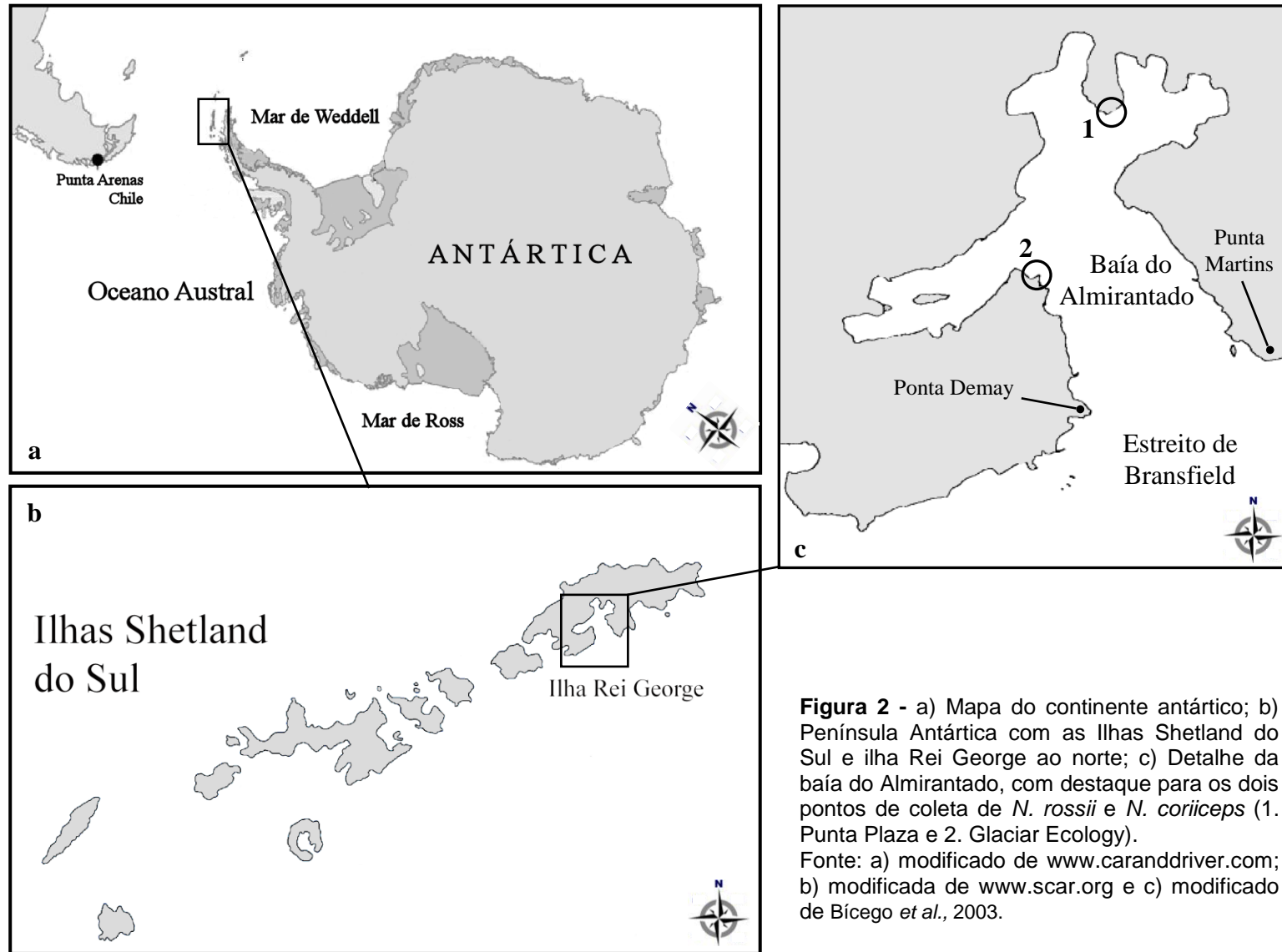
Os locais escolhidos para realizar este estudo na baía do Almirantado foram o Glaciar Ecology (Lat: 62°10.6'S; Long: 58°26.5'W), adjacente à colônia de pinguins de Arctowski e a uma geleira, e Punta Plaza (Lat: 62°05.645'S; Long: 58°24.317'W), distante 10 km da colônia de pinguins mais próxima (Figura 2). A distância entre estes dois pontos é de, aproximadamente, 9,5km. Esta decisão levou em consideração a provável transferência de fluoreto e/ou matéria orgânica dos solos ornitogênicos para os sedimentos marinhos adjacentes. A colônia de pinguins de Arctowski, adjacente à estação Científica de Arctowski (Polônia), recebe todo verão cerca de 10.000 espécimes de pinguins, que ingerem entre 0,5 a 1,0 Kg de krill antártico por dia, o que representa entre 135 e 270 mg de fluoreto diariamente (Volkman, *et al.*, 1980). As principais fontes de nutrientes para as águas desta região são os dejetos de pinguins e os solos que já foram colônias de pássaros e que ainda possuem restos ornitogênicos (Juchnowicz-Bierbasz & Rakusa-Suszczewski, 2002 *apud* Nedzarek & Rakusa-Suszczewski, 2004). Outra diferença entre esses dois

ambientes marinhos reside na descarga de geleiras, pois “Glaciar Ecology” recebe a descarga do Glaciar Ecology e a geleira mais próxima de Punta Plaza está localizada a 3 km de distância. Em estudo realizado por Weber e Montone (2006), observou-se que, por Glaciar Ecology ser uma área sujeita à alta dinâmica de marés e sob a influência de pinguineira, a comunidade bentônica da zona costeira rasa depende da matéria orgânica particulada do plâncton (MOP) e das macroalgas. Além disso, o sedimento do local apresentou grande concentração de nitrogênio, claramente devido à presença das pinguineiras, que contribuem com material orgânico através de fezes e excretas.

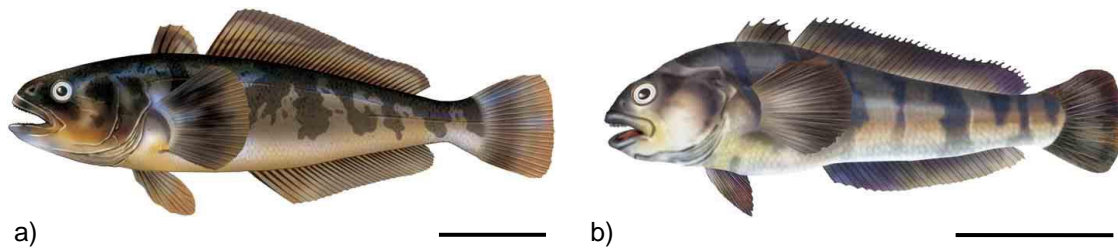
O substrato da área em frente à Punta Plaza possui seixos de diferentes tamanhos, muitas vezes cobertos com algas calcárias e macroalgas. Há grande presença de organismos jovens neste local, sugerindo tratar-se de uma área-berçário (Weber & Montone, 2006).

Os exemplares de *N. rossii* (Figura 3a) e *N. coriiceps* (Figura 3b) foram capturados com linha e anzol a profundidades de 10 a 25 metros durante as Expedições Antárticas XXVII (2009), XXVIII (2010) e XXIX (2011). Este método e profundidade foram escolhidos, já que, em expedições antárticas anteriores, houve captura de animais havendo efetividade nas coletas. A escolha da profundidade de coleta levou em consideração o fato de que as águas da baía do Almirantado ocupam 138 km<sup>2</sup> com fundo íngreme e irregular, ultrapassando os 500 metros de profundidade nas porções centrais (Bromberg, 1999). Não foram utilizados outros métodos de coleta, como por exemplo, o lançamento de redes, devido à grande quantidade de blocos de gelo que poderiam arrastá-las e à presença de animais marinhos na região, dentre eles pinguins e focas, que podem enrolar-se nas redes. As pescas foram realizadas com auxílio de botes pneumáticos do tipo “Zodiac” e MK6 ou a bordo da lancha oceanográfica “Skua” (Figura 4). Os peixes capturados foram transportados para a Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) e, num período de no máximo 24 horas, foram anestesiados em benzocaína 1% e após a obtenção do sangue e das variáveis morfométricas houve o sacrifício para a retirada de tecidos (fígado e músculo) e do estômago para análises posteriores.

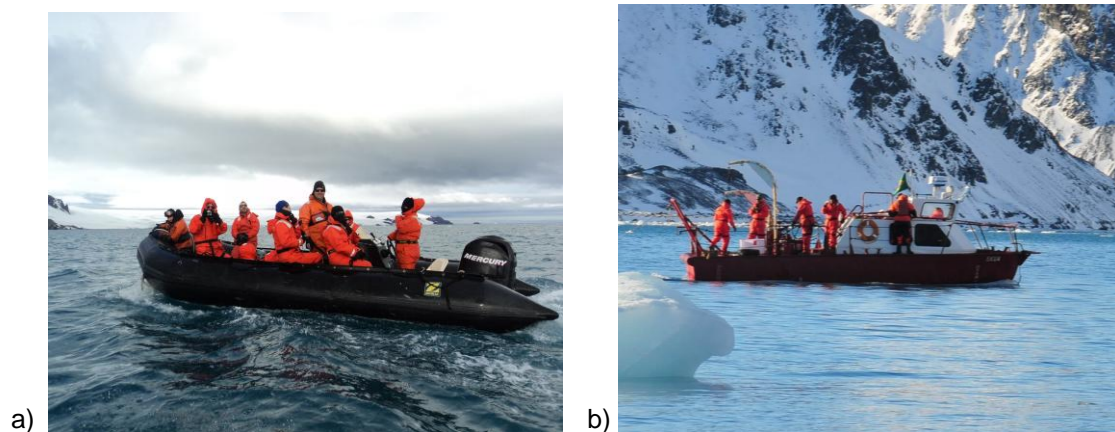




Licenças ambientais permitindo as coletas foram concedidas pelo Grupo de Assessoramento Ambiental (GAAM) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Código de Conduta do SCAR (*Scientific Committee on Antarctic Research*), que trata do uso de animais para fins científicos na Antártica, foi utilizado na manipulação dos espécimes.



**Figura 3** - Desenhos representativos das duas espécies estudadas: a) *Notothenia rossii*; b) *Notothenia coriiceps*. Escala: 20cm. Fonte: <http://portal.nfrdi.re.kr>



**Figura 4** - Transportes utilizados durante as coletas de *N. rossii* e *N. coriiceps*, no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11.: a) bote pneumático; b) lancha "Skua". Fotos: a) Renato Dias de Souza; b) autor desconhecido.

## 2.2 Procedimentos Analíticos

### 2.2.1 Parâmetros plasmáticos do sangue

Proteínas totais, albumina, metabólitos não protéicos (glicose, colesterol e triglicérides) e eletrólitos não protéicos (cálcio, cloreto, fósforo inorgânico e

magnésio) foram determinados no plasma de *N. rossii* e *N. coriiceps* utilizando kits reagentes comerciais desenvolvidos pela Gold Analisa Diagnóstica Ltda e espectrofotômetro para as leituras das absorbâncias.

A coleta de sangue foi realizada com seringa heparinizada mediante punção da veia caudal. O plasma foi obtido após centrifugação do sangue total a 2000 rpm por 10 minutos, congelado em freezer -20°C e transportado para o Laboratório de Biologia Adaptativa do Departamento de Biologia Celular da Universidade Federal do Paraná, onde foram realizadas as determinações dos constituintes plasmáticos conforme Tabela 1.

**Tabela 1** - Métodos utilizados na determinação dos parâmetros plasmáticos do sangue de *N. rossii* e *N. coriiceps*, coletados em Punta Plaza e no Glaciar Ecology, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.

<b>Constituinte</b>	<b>Método</b>	<b>Padrão</b>	<b>Leitura (nm)</b>
Proteínas Totais	Colorimétrico Biureto	albumina bovina 4,0g/dL	545
Albumina	Colorimétrico Verde de Bromocresol	albumina bovina 3,8g/dL e azida sódica 15,4mmol/L	630
Glicose	Enzimático-Colorimétrico (Trinder)	glicose 100mg/dL	505
Colesterol	Enzimático-Colorimétrico (Trinder)	colesterol 200mg/dL e azida sódica 15mmol/L.	500
Triglicérides	Enzimático-Colorimétrico (Trinder)	triglicérides 200mg/dL e azida sódica 6,9mmol/L	505
Cálcio	Colorimétrico Cresolftaleína	cálcio 10mg/dL e formol 0,1%	570
Cloreto	Colorimétrico Tiocianato	cloreto de sódio 100mEq/L (100 mmol/L)	479
Fósforo Inorgânico	Colorimétrico Fosfomolibdato	fosfato monobásico de potássio em solução aquosa 5,0 mg/dL	650
Magnésio	Colorimétrico Magon sulfonado	magnésio 2,0mg/dL	505

Para as duas espécies, em ambos locais de estudo, não foram feitas coletas de sangue durante a estação outono/inverno-09, assim todas as análises dos parâmetros plasmáticos foram feitas somente para Pri/Ver-10, Out/Inv-10 e Pri/Ver-11.

### 2.2.2 Concentrações de substratos energéticos nos tecidos

As seguintes análises foram realizadas com amostras de músculo e fígado congelados em freezer a -20°C:

Proteínas totais: a concentração de proteínas foi determinada pelo método de Lowry *et al.* (1951), utilizando-se albumina bovina sérica como padrão. A absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 660nm.

Glicogênio total: a concentração de glicogênio foi medida através do método de Dubois *et al.* (1956), modificado por Bidinotto *et al.* (1997). Leitura da absorbância em espectrofotômetro a 480nm.

Lipídios totais: os lipídios totais foram estimados gravimetricamente após extração com clorofórmio-metanol, de acordo com Folch *et al.* (1957).

As análises foram realizadas no Laboratório de Biologia Adaptativa do Departamento de Biologia Celular na Universidade Federal do Paraná.

Os protocolos detalhados das análises acima estão no Anexo 1.

### 2.2.3 Dieta

Depois de anestesiados com benzocaína 1%, os animais foram eutanasiados e os estômagos fixados em formol 4% e preservados em álcool 70% para posterior identificação do conteúdo. O estômago foi pesado cheio e vazio. A triagem do conteúdo estomacal foi feita em placa de Petri sob microscópio estereoscópico, onde itens iguais foram agrupados e seus pesos úmidos foram obtidos em balança analítica de precisão. Quando houve dúvidas sobre a identificação dos itens, os

mesmos foram conservados em formol 4% ou em álcool 70% para posterior identificação, com auxílio de chaves de identificação e manuais até o menor nível taxonômico possível, por especialistas – Dra Mônica Petti, Prof. Dr. Edmundo Ferraz Nonato, Beatriz Wolf Grotto, Dra Ana Maria Setubal Pires Vanin e Dra Maria Teresa Valerio Berardo – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO – USP).

Devido à falta de identificação de alguns organismos, durante as análises os itens foram agrupados em grandes grupos: algas foliáceas, algas em ramos, poliquetas, anelídeos, krill, outros anfípodos (correspondem a todo anfípodos encontrados, com exceção de krill), isópodos, gastrópodos, bivalves, salpas, peixes, ovos, sedimento, MOD (matéria orgânica digerida) e indeterminado (para o caso de itens cuja identificação não foi possível).

### 2.3 Análises dos dados

Visando análises de sazonalidade, os animais foram divididos de acordo com o período de coleta em: primavera/verão – animais coletados entre 22 de setembro e 19 de março e outono/inverno animais coletados entre 20 de março e 21 de setembro. A divisão dos animais em duas estações levou em consideração o pequeno número de animais coletados e as condições climáticas da região, principalmente as relacionadas ao congelamento do mar no período de inverno, impossibilitando as saídas de campo.

Foram coletados indivíduos de *N. rossii* com comprimento entre 20,5 e 41 cm e, de acordo com Burchett (1983b), espécimes entre 15 e 44 cm são considerados juvenis, assim todos os indivíduos desta espécie foram analisados conjuntamente.

Já os indivíduos de *N. coriiceps* apresentaram uma variação no comprimento de 21 a 48,2 cm e foram divididos entre juvenis e adultos segundo Sapota (1999), que indica maturação sexual aos 34 cm.

A análise da dieta foi feita calculando, para cada tipo de presa, a frequência de ocorrência (FO%), definida como o número de estômagos que contêm um determinado item pelo número total de estômagos analisados (Hyslop, 1980) e o peso relativo de cada item (Pi), ou seja, a porcentagem do peso de cada item

alimentar pelo peso total de itens encontrado no estômago de cada indivíduo coletado.

Para verificar quais os principais itens na alimentação das espécies estudadas, foi calculado o Índice Alimentar (IA) de cada item, segundo Kawakami & Vazzoler (1980), através da fórmula:

$$IA_i = \frac{FO_i \times P_i}{\sum_{i=1}^n (FO_i \times P_i)}$$

onde:

IA<sub>i</sub> = Índice alimentar

FO<sub>i</sub> = Frequência de ocorrência (%) de determinado item

P<sub>i</sub> = peso relativo de determinado item, calculada pelo peso do item sobre o a soma do peso de todos os itens.

Para determinar quanto o conteúdo estomacal representa do peso total de cada indivíduo, foi calculado o índice de repleção (IR), através da equação de

$$IR = \frac{\text{peso do conteúdo estomacal}}{\text{peso total do peixe}} \times 100$$

Hureau (1970):

Para todos os parâmetros analisados neste trabalho foram aplicadas análises comparativas para observar variação dos valores ao longo do ano e entre os locais de coleta.

Os dados foram testados quanto à homogeneidade através do teste de Levene. Em caso de dados homogêneos, uma análise de variância (ANOVA - F) foi empregada, nos casos de dados não homogêneos, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis (H) (Underwood, 1997). Quando os valores de F ou H foram significativos ( $p < 0,05$ ), o teste *a posteriori* de Tukey (F) (para ANOVA) e de Mann-Whitney (U) (para Kruskal-Wallis) foi utilizado para se detectar quais os tratamentos (estação do ano, local ou espécie) apresentaram estas diferenças (Sokal & Rohlf, 1995).

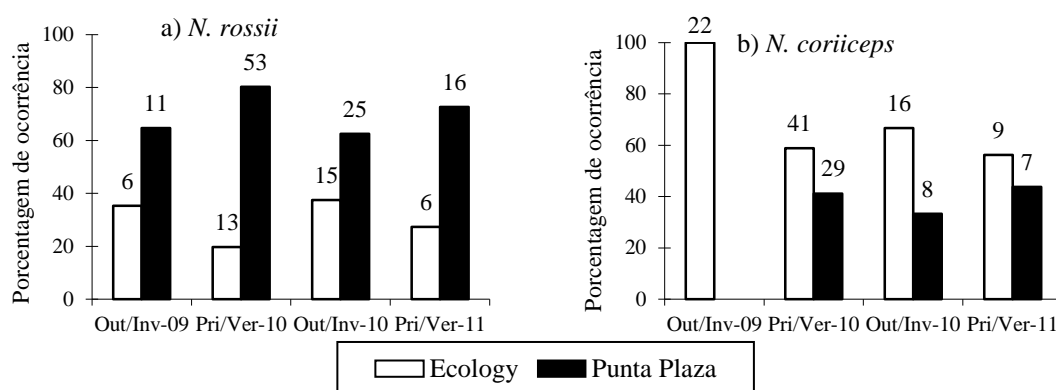
Nenhum indivíduo de *N. coriiceps* foi coletado em Punta Plaza no período Out/Inv-09, por isso as análises dessa espécie são feitas considerando apenas três estações (Pri/Ver-10, Out/Inv-10 e Pri/Ver-11).

### 3 Resultados

No total foram coletados 145 indivíduos de *N. rossii* (40 no Glaciar Ecology e 105 em Punta Plaza, sendo todos juvenis, Figura 5a) e 132 *N. coriiceps* (87 no Glaciar Ecology, sendo 20 juvenis e 67 adultos; e 43 em Punta Plaza, sendo 9 juvenis e 34 adultos, Figura 5b), durante as estações de outono/inverno 2009 e 2010 e primavera/verão 2010 e 2011.

O baixo número de indivíduos coletados se deve às dificuldades encontradas nas saídas de campo, levando-se em consideração as condições climáticas da região, com ventos que podem chegar a 9,5 m/s, com rajadas de até 49,4 m/s (Inpe, 2012), cobertura de gelo e o congelamento do mar, muito comum na Baía do Almirantado durante o inverno. Além disso, as licenças ambientais concedidas pelo Grupo de Assessoramento Ambiental (GAAM) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) limitam o número máximo de indivíduos coletados por projeto de pesquisa e por Expedição Antártica, levando em consideração as diretrizes do SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) e do Tratado Antártico, que determinam que as coletas de animais devem ser restritivas e mínimas.

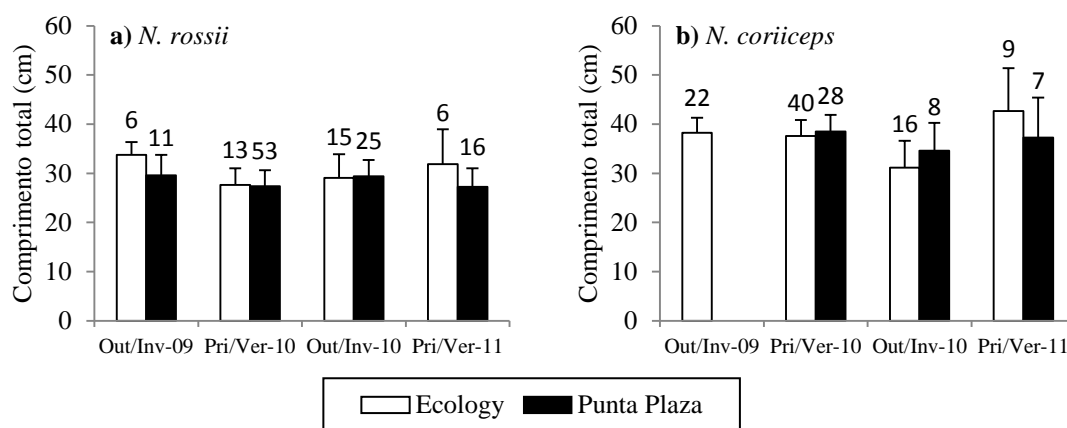
Percebe-se um aumento da ocorrência de indivíduos de ambas as espécies no Glaciar Ecology durante os períodos de outono/inverno, porém *N. rossii* foi sempre predominantemente encontrada em Punta Plaza (Figura 5a), enquanto que *N. coriiceps* foi mais observada no Glaciar Ecology (Figura 5b).



**Figura 5** - Variação sazonal e espacial da porcentagem de ocorrência de *N. rossii* (a) e *N. coriiceps* (b), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

Os indivíduos de *N. rossii* (Figura 6a) variaram de 20,5 a 41 cm de comprimento, sendo que os espécimes coletados no Glaciar Ecology durante Out/Inv-09 foram maiores que os coletados em Punta Plaza na mesma época [ $F(1;15)4,87$ ;  $p<0,05$ ]. Durante as outras estações não houve diferença do comprimento total quando comparados os dois locais de coleta. Ainda, não foi observada variação sazonal do comprimento de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology [ $H(3;40)=7,45$ ;  $p>0,05$ ], já entre os espécimes coletados em Punta Plaza, foi possível observar diferença nos tamanhos [ $F(3;101)=2,96$ ;  $p<0,05$ ], sendo maiores os exemplares coletados durante as estações de outono/inverno.

Os espécimes de *N. coriiceps* (Figura 6b) variaram de 21 a 48,2 cm de comprimento, não havendo diferença nos comprimentos entre os dois locais de coleta. Há variação entre os indivíduos coletados no Glaciar Ecology [ $H(3;87)=10,35$ ;  $p<0,05$ ], sendo as diferenças encontradas entre Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=21$ ;  $p<0,01$ ); Out/Inv-10 e Pri/Ver-10 ( $U=44$ ;  $p<0,01$ ) e Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=32,5$ ;  $p<0,05$ ), possuindo Out/Inv-10 sempre os menores valores. Já para as coletas realizadas em Punta Plaza não houve sazonalidade [ $F(2;40)=0,65$ ;  $p>0,05$ ].



**Figura 6** - Variação sazonal e espacial das médias de Comprimento Total (CT em cm) dos espécimes de *N. rossii* (a) e *N. coriiceps* (b), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.



### 3.1 Parâmetros Plasmáticos do Sangue

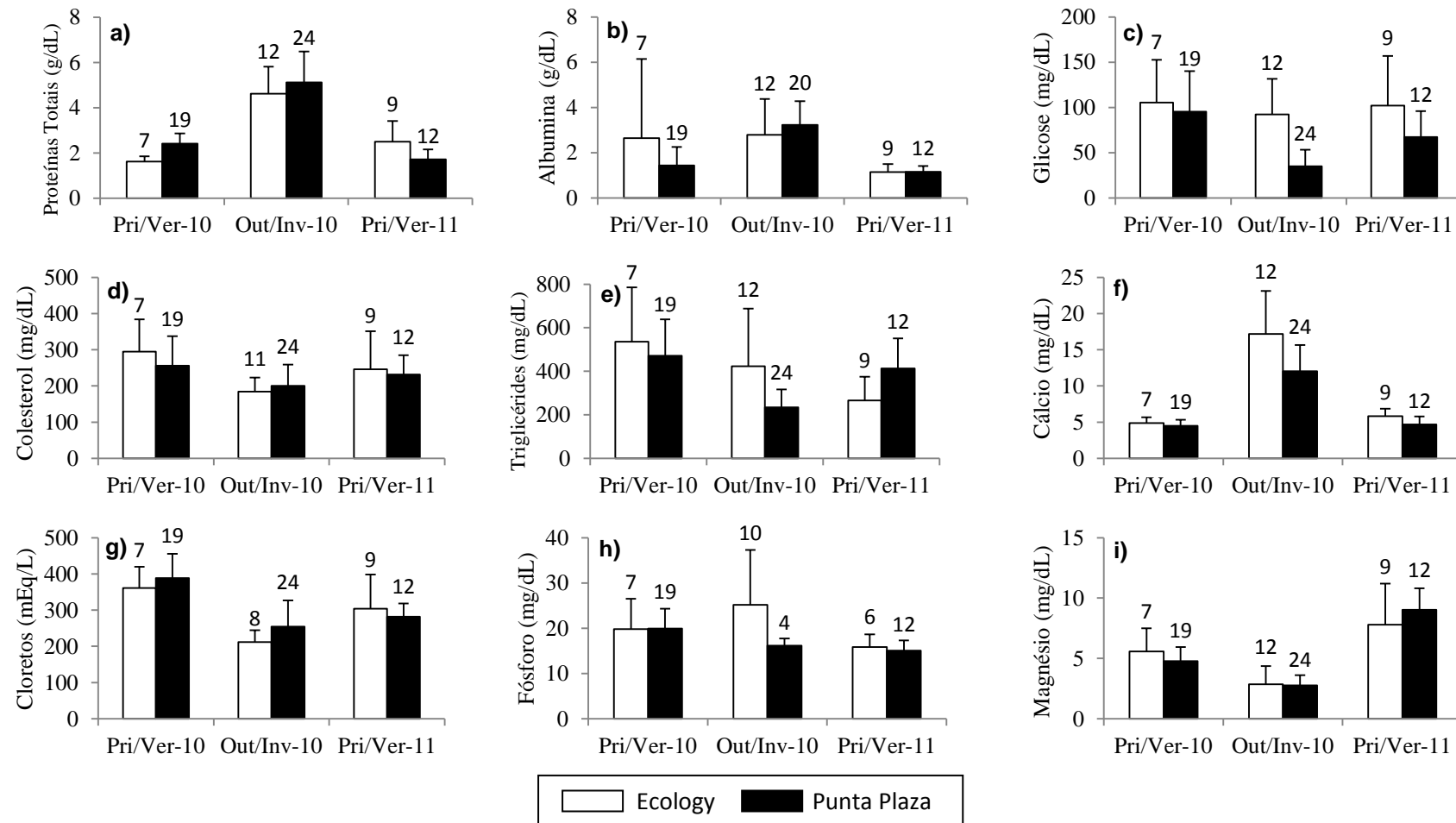
#### 3.1.1 *Notothenia rossii*

Para os animais coletados no Glaciar Ecology, os parâmetros que apresentaram diferenças mais evidentes na sazonalidade foram proteínas totais [ $F(2;25)=25,06$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7a), cálcio [ $H(2;28)=21,14$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7f), magnésio [ $H(2;28)=14,19$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7i) e cloretos [ $F(92;21)=9,22$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7g). Nestes casos, foi observada diferença entre Out/Inv-10 e Pri/ver-10 e entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11, sendo que para proteínas totais e cálcio os maiores valores foram encontrados em Out/Inv-10, porém a mesma estação apresentou os menores valores de magnésio e cloretos. Foram encontradas maiores concentrações de triglicérides em Pri/Ver-10, quando comparada à Pri/Ver-11 [ $H(2;28)=6,43$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 7e). Glicose (Figura 7c), albumina (Figura 7b), colesterol (Figura 7d) e fósforo (Figura 7h) não apresentaram qualquer variação sazonal.

Em Punta Plaza, os parâmetros proteínas totais [ $H(2;55)=43,51$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7a) e magnésio [ $H(2;55)=41,96$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7i) apresentaram diferença de concentração entre todas as estações, sendo que Out/Inv-10 apresentou os maiores valores de proteínas totais e os menores de magnésio. Para glicose [ $H(2;55)=25,26$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7c), albumina [ $H(2;51)=28,46$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7b) e triglicérides [ $H(2;55)=29,63$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7e) foram observadas diferenças entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11, sendo que para albumina, Out/Inv-10 apresentou maiores valores, porém para os outros dois componentes esta estação apresentou as menores concentrações. As concentrações de cloretos [ $H(2;55)=25,92$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7g) variaram entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11, sendo que Pri/Ver-10 apresentou os maiores valores. Colesterol [ $F(2;52)=3,75$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 7d) e fósforo [ $H(2;35)=11,11$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 7h) apresentaram variação apenas entre duas estações, para o primeiro parâmetro, essa diferença foi entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e para o segundo foi entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11 e nos dois casos a estação Pri/Ver-10 apresentou os

maiores valores. Cálcio (Figura 7f) foi o único parâmetro a não apresentar qualquer alteração significativa de sua concentração ao longo das estações.

Entre os locais de coleta foi observada diferença nas concentrações de glicose plasmática durante a estação de Out/Inv-10 (Punta Plaza =  $34,99 \pm 18,42$  mg/dL e Glaciar Ecology =  $92,36 \pm 39,39$  mg/dL)



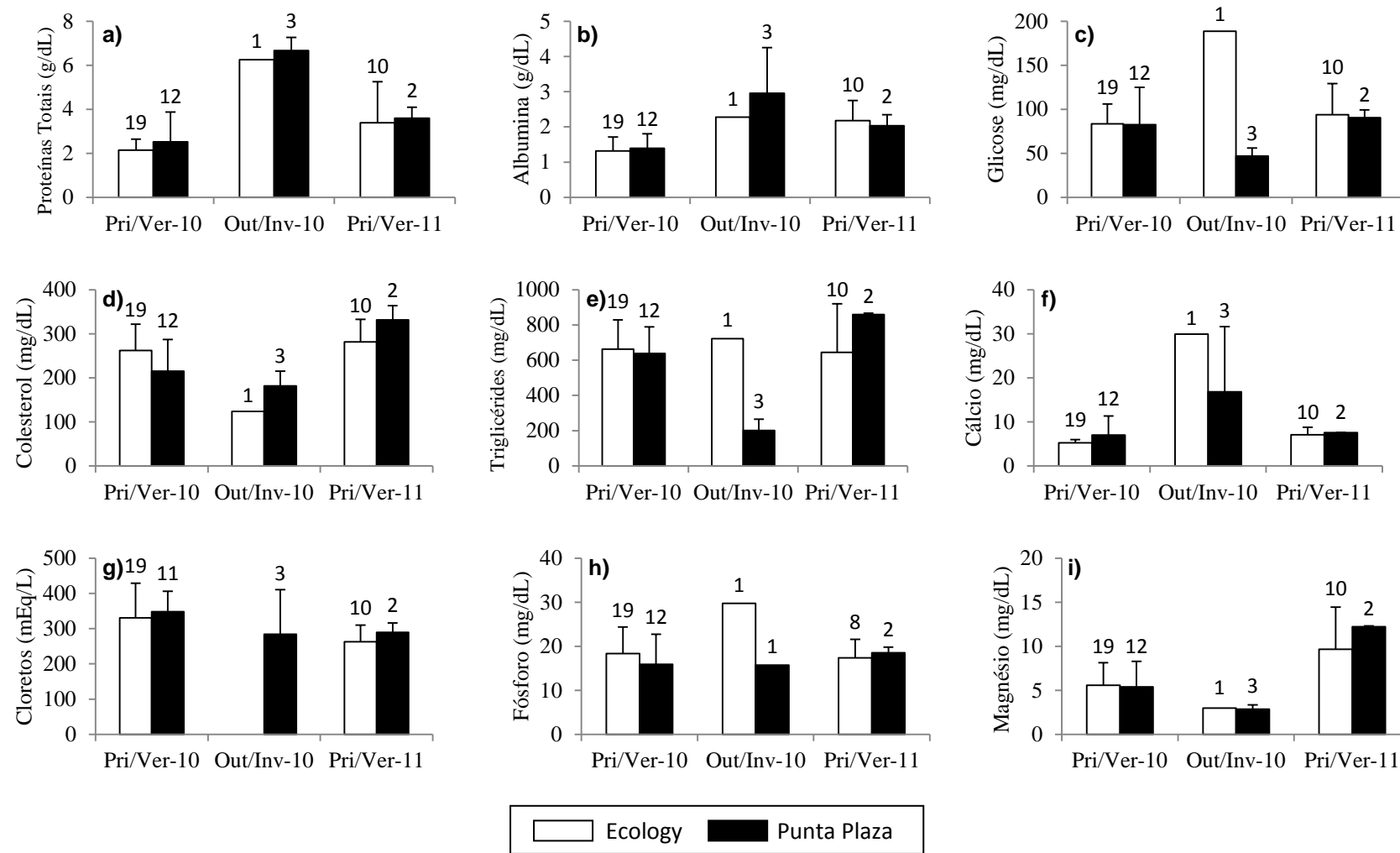
**Figura 7** - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.1.2 *Notothenia coriiceps*

#### Adultos

Para os indivíduos adultos coletados no Glaciar Ecology, os parâmetros proteínas totais (Figura 8a) e cálcio (Figura 8f) apresentaram variação entre todas as estações de coleta [ $H(2;33)=11,07$ ;  $p<0,01$  e  $F(2;30)=240,72$ ;  $p<0,01$ , respectivamente]. Albumina [ $H(2;46)=17,13$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 8b) e cloretos [ $F(2;42)=5,3$ ;  $p<0,01$ ] (Figura 8g) apresentaram diferença entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11. As maiores concentrações de albumina foram encontradas em Pri/Ver-11, mesma estação onde houve os menores valores de cloretos. Analisando as concentrações de glicose [ $F(2;30)=5,13$ ;  $p=0,01$ ] foi observada diferença entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e entre Pri/Ver-11 e Out/Inv-10, onde Out/Inv-10 obteve sempre as maiores concentrações (Figura 8c). Os parâmetros colesterol (Figura 8d), triglicérides (Figura 8e), fósforo (Figura 8h) e magnésio (Figura 8i) não apresentaram qualquer variação em suas concentrações ao longo das estações estudadas.

Para os espécimes adultos coletados em Punta Plaza, proteínas totais [ $F(2;14)=13,76$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 9a) e triglicérides [ $F(2;14)=16,87$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 9e) apresentaram diferença entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e entre Pri/Ver-11 e Out/Inv-10, onde Out/Inv-10 apresentou maiores concentrações de proteínas e Pri/Ver-10, de triglicérides. Albumina (Figura 9b) apresentou diferença na sua concentração [ $F(2;14)=7,98$ ;  $p<0,05$ ] entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10, sendo as maiores concentrações encontradas em Out/Inv-10. Para magnésio (Figura 9i) a diferença [ $H(2;17)=7,35$ ;  $p<0,05$ ] foi encontrada entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11, onde os maiores valores foram apresentados por Pri/Ver-10. Para os outros parâmetros não foi identificada sazonalidade.



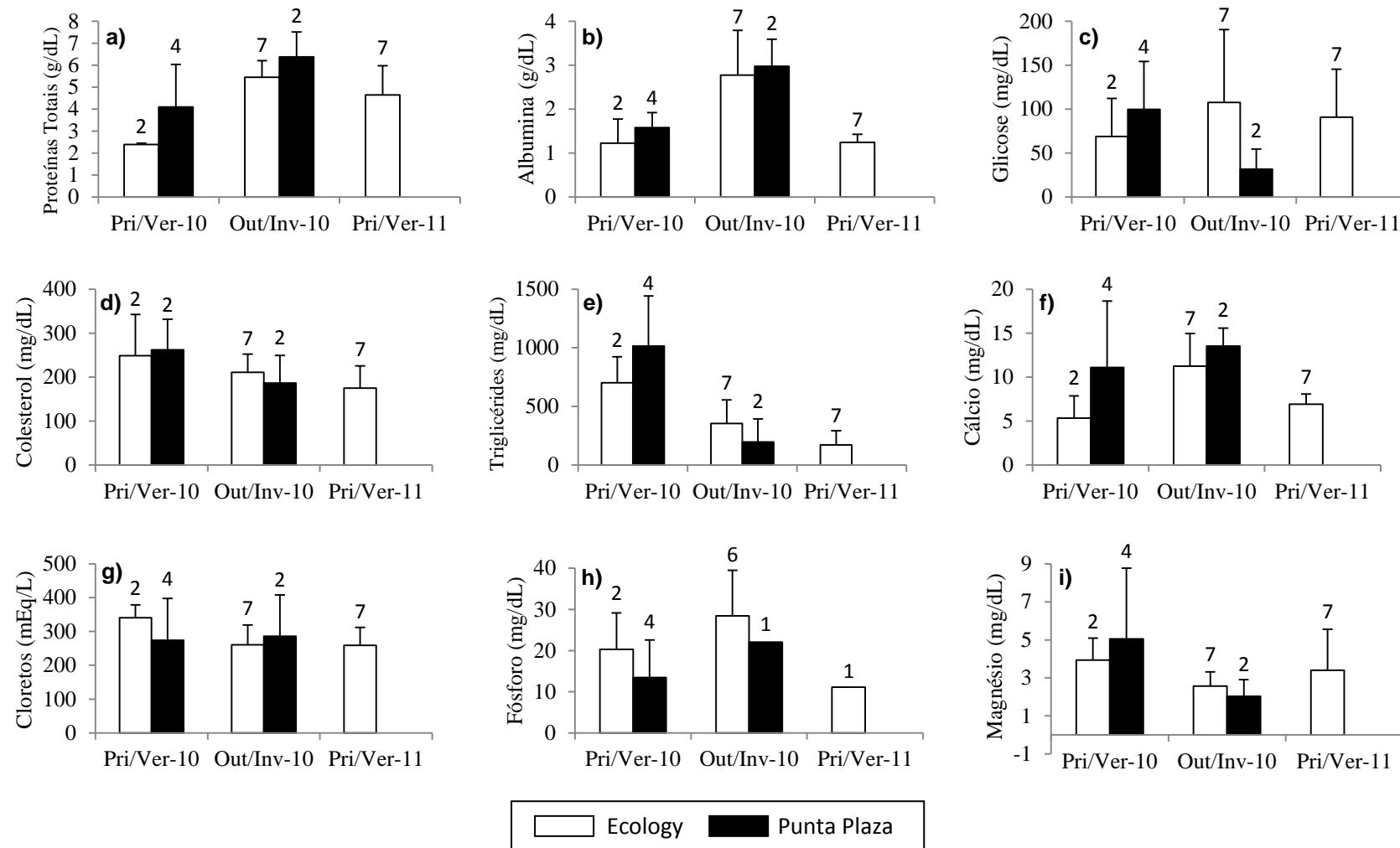
**Figura 8** - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de adultos de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### Juvenis

Os indivíduos juvenis coletados no Glaciar Ecology apresentaram diferenças sazonais somente para os parâmetros proteínas totais [ $F(2;13)=6,94$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 9a), albumina [ $H(2;16)=9,75$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 9b) e cálcio [ $H(2;16)=6,83$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 9f). Para proteínas totais observou-se diferença entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 e entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11, onde Pri/Ver-10 apresentou sempre as menores concentrações deste componente. Albumina e Cálcio apresentaram diferença entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11, sendo os maiores valores sempre encontrados em Out/Inv-10. Os outros parâmetros analisados não apresentaram qualquer diferença sazonal.

Já os espécimes juvenis coletados em Punta Plaza apresentaram diferenças sazonais somente para o parâmetro albumina [ $F(1;4)=14,26$ ;  $p=0,01$ ] (Figura 9b). Todos os outros parâmetros aqui estudados se mostraram estáveis ao longo dos períodos de coleta.

As médias e os desvios padrão dos parâmetros plasmáticos do sangue calculados para *N. rossii* e *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11 estão no Anexo 2 (tabela 7 para *N. rossii* e tabelas 8 e 9 para *N. coriiceps*).



**Figura 9** - Variação sazonal e espacial das médias dos parâmetros plasmáticos encontrados no sangue de juvenis de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

## 3.2 Concentração de substratos energéticos nos tecidos

### 3.2.1 *Notothernia rossii*

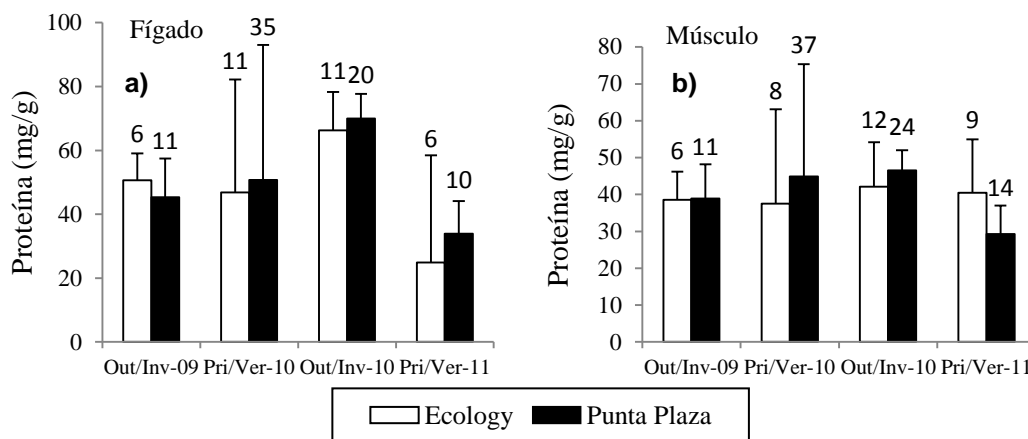
#### 3.2.1.1 Proteínas totais

Para as amostras coletadas no Glaciar Ecology, não foi encontrada diferença nas concentrações de proteínas no fígado [ $H(3;34)=7,68$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 10a).

Já para as amostras de Punta Plaza, também referentes às análises de proteínas encontradas no fígado, foram observadas algumas diferenças entre as estações [ $H(3;76)=19,25$ ;  $p<0,01$ ]. Entre Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=0$ ;  $p<0,01$ ); Out/Inv-09 e Pri/Ver-11 ( $U=20$ ;  $p<0,01$ ); Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 ( $U=0$ ;  $p<0,01$ ); e Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=0$ ;  $p<0,01$ ), onde Out/Inv-10 sempre apresentou as maiores concentrações. Já entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-11, as maiores concentrações apareceram na primeira estação (Figura 10a).

As análises referentes à concentração de proteínas no músculo indicaram que no Glaciar Ecology também não houve diferença na concentração entre as estações [ $H(3;35)=1,23$ ;  $p>0,05$ ]. Em Punta Plaza as diferenças [ $H(3;91)=12,02$ ;  $p<0,01$ ] foram entre as seguintes estações: Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=0$ ;  $p<0,01$ ); Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 ( $U=0$ ;  $p<0,01$ ); e Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=14$ ;  $p<0,05$ ). A partir dos resultados apresentados, observa-se que a estação Out/Inv-10 não foi semelhante a nenhuma outra, apresentando sempre concentração de proteínas superior à das outras estações analisadas em Punta Plaza (Figura 10b).





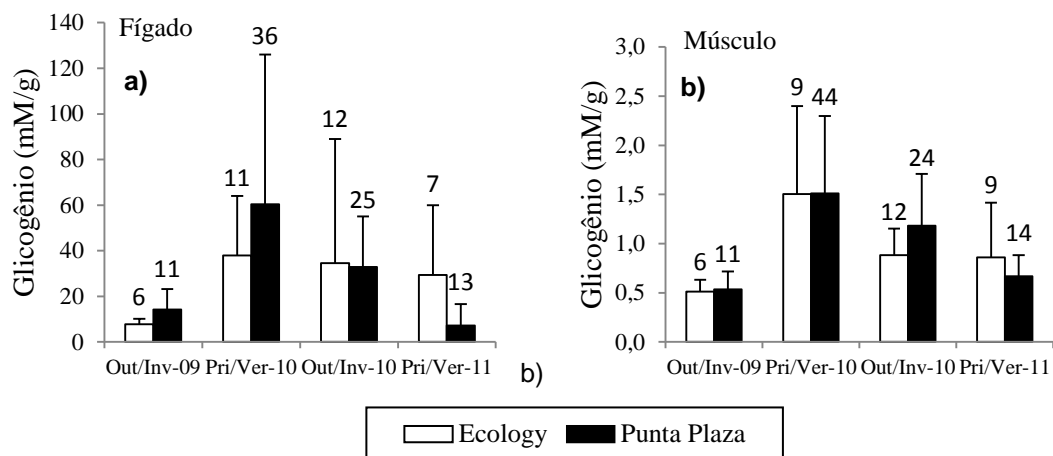
**Figura 10** - Variação sazonal e espacial das concentrações de proteínas totais (mg/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

Quando comparados os dois locais de coleta, não houve evidência de diferença nas concentrações de proteínas tanto no fígado quanto no músculo de *N.rossii*.

### 3.2.1.2 Glicogênio total

Observou-se que, para as amostras coletadas no Glaciar Ecology, não existe diferença em relação à concentração de glicogênio no fígado ao longo dos períodos de coleta [ $F(3;32)=0,92$ ;  $p>0,05$ ]. Já em Punta Plaza houve diferença entre quase todas as estações [ $H(3;85)=32,75$ ;  $p<0,01$ ], com exceção de Pri/Ver-10 e Out/Inv-10, onde não foi evidenciada diferença ( $U=380$ ;  $p>0,05$ , figura 11a).

Houve variação nas concentrações de glicogênio no músculo dos indivíduos coletados no Glaciar Ecology [ $H(3;36)=9,89$ ;  $p=0,01$ ], as diferenças foram encontradas entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10 ( $U=9$ ;  $p<0,05$ ); e entre Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=5$ ;  $p<0,01$ ) e também neste caso, a estação Out/Inv-09 apresentou as menores concentrações. Em Punta Plaza somente a comparação entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-11 apresentou semelhança ( $U=49$ ;  $p>0,05$ ), todas as outras comparações indicaram diferença entre as estações [ $H(3;93)=44,03$ ;  $p<0,01$ ], sendo que Pri/Ver-10 apresentou sempre as maiores concentrações de glicogênio por grama de tecido nos dois locais de coleta (Figura 11b).

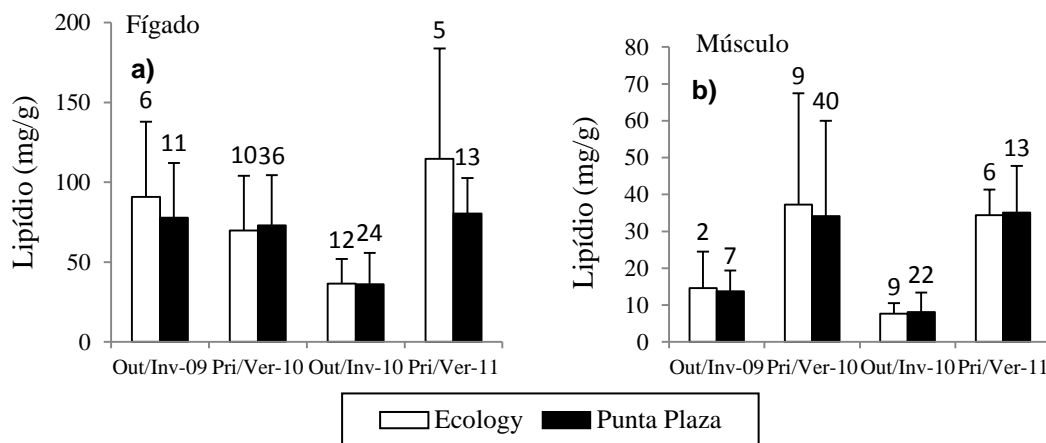


**Figura 11** - Variação sazonal e espacial das concentrações de glicogênio (mM/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.2.1.3 Lipídios totais

A concentração de lipídios no fígado dos animais coletados no Glaciar Ecology apresentou algumas variações entre os períodos de coleta [ $H(3;33)=13,22$ ;  $p<0,01$ ]. As diferenças foram observadas entre Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=9$ ;  $p<0,01$ ); entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 ( $U=17$ ;  $p<0,01$ ); e entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=6$ ;  $p<0,01$ ). Em Punta Plaza as diferenças [ $H(3;84)=29,01$ ;  $p<0,01$ ] foram encontradas entre as mesmas estações: Out/Inv-09 e Out/Inv-10 ( $U=31$ ;  $p<0,01$ ); Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 ( $U=130$ ;  $p<0,01$ ); e Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=24$ ;  $p<0,01$ ). Nos dois locais de coleta, as menores concentrações de lipídios foram registradas em Out/Inv-10 (Figura 12a).

As concentrações de lipídios no músculo das amostras do Glaciar Ecology apresentaram diferença somente entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 [ $F(3;22)=4,58$ ;  $p=0,01$ ], sendo que Out/Inv-10 possuiu os menores valores. Em Punta Plaza foi observada diferença entre quase todas as estações [ $H(3;84)=49,45$ ;  $p<0,01$ ] com exceção entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11 ( $U=19$ ;  $p>0,05$ , figura 12b).



**Figura 12** - Variação sazonal e espacial das concentrações de lipídios (mg/g) nos tecidos hepático (a) e muscular (b) de *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.2.2 *Notothernia coriiceps*

#### 3.2.2.1 Proteínas totais

##### Adultos

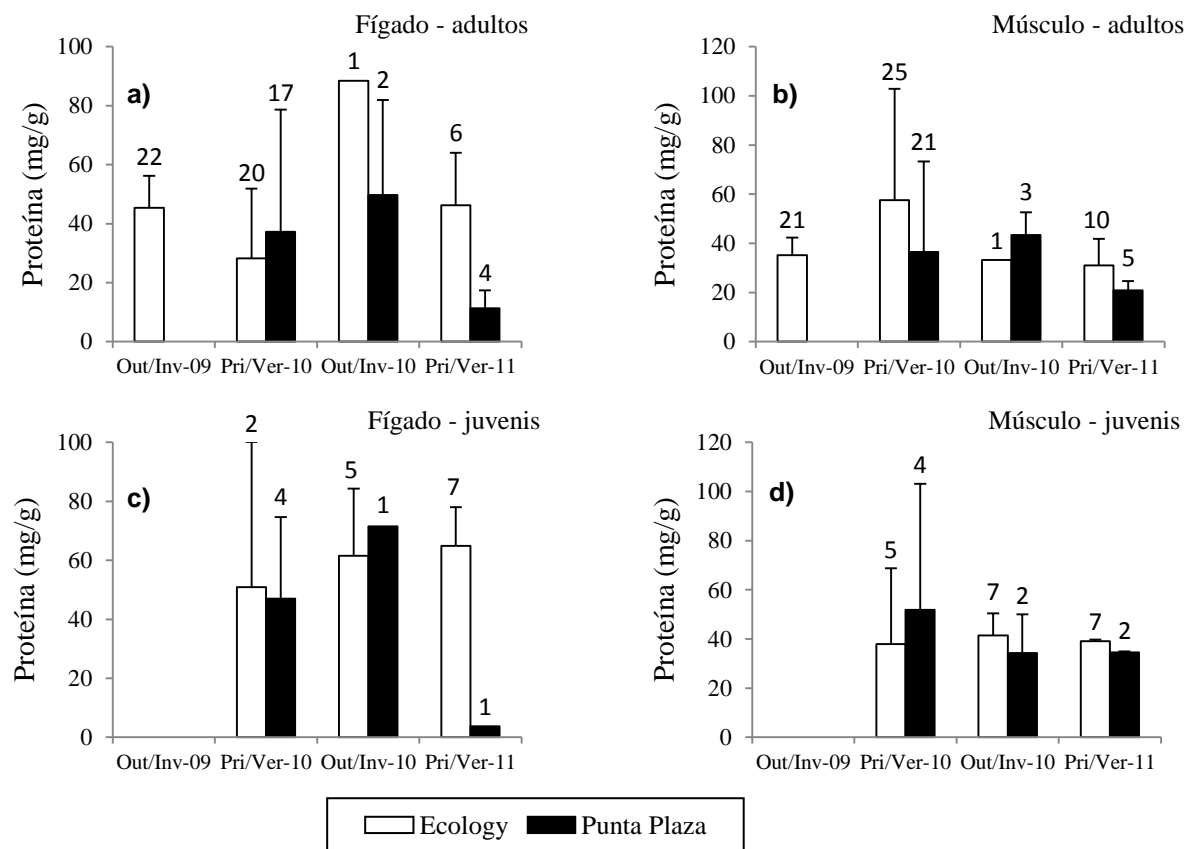
As concentrações de proteínas no fígado de indivíduos adultos coletados no Glaciar Ecology apresentaram variação ao longo dos períodos de coleta [ $F(3;45)=6,11$ ;  $p<0,01$ ] entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10 e entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-10, sendo que a estação Pri/Ver-10 sempre obteve os maiores valores. Já para os indivíduos adultos coletados em Punta Plaza, as análises de concentração de proteínas no fígado não indicaram sazonalidade [ $F(2;21)=0,59$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 13a).

As concentrações de proteínas nos músculos de adultos não apresentaram sazonalidade para indivíduos coletados no Glaciar Ecology [ $H(3;56)=6,08$ ;  $p>0,05$ ], assim como para os coletados em Punta Plaza [ $H(2;29)=1,17$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 13b).

### Juvenis

Para os indivíduos juvenis coletados tanto no Glaciar Ecology [ $H(2;14)=0,00$ ;  $p>0,05$ ] quanto em Punta Plaza [ $F(2;4)=1,05$ ;  $p>0,05$ ], as concentrações de proteínas encontradas no fígado não apresentaram sazonalidade (Figura 13c).

O mesmo foi observado para as concentrações de proteínas nos músculos dos juvenis de *N. coriiceps* do Glaciar Ecology [ $H(3;56)=6,08$ ;  $p>0,05$ ] e de Punta Plaza [ $H(2;29)=1,17$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 13d).



**Figura 13** - Variação sazonal e espacial das concentrações de proteínas totais (mg/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.2.2.2 Glicogênio total

#### Adultos

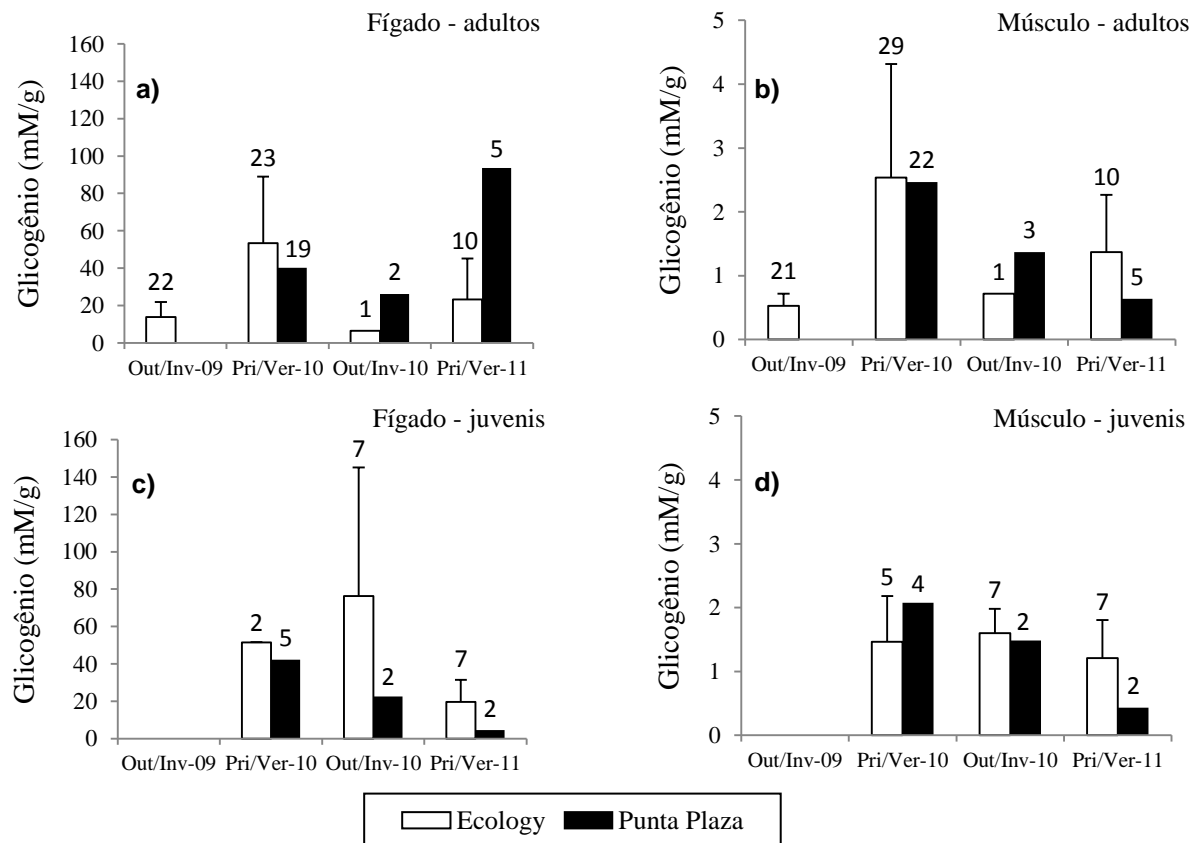
A concentração de glicogênio no fígado de adultos coletados no Glaciar Ecology apresentou diferença [ $H(3;56)=22,14$ ;  $p<0,01$ ] entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10 e entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11, sendo que Pri/Ver-10 possui os maiores valores. Para os coletados em Punta Plaza não foi observada sazonalidade [ $F(2;23)=1,31$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 14a).

Para as análises de glicogênio no músculo de adultos coletados no Glaciar Ecology observou-se variação [ $H(3;60)=32,56$ ;  $p<0,01$ ] entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10, entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-11 e entre Pri/Ver-10 e Pri/Ver-11, sendo que Out/Inv-09 apresentou os menores valores e Pri/Ver-10, os maiores. Já entre os adultos coletados em Punta Plaza, não houve sazonalidade da concentração de glicogênio no músculo [ $F(2;27)=0,85$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 14b).

#### Juvenis

As concentrações de glicogênio encontrado no fígado dos juvenis coletados no Glaciar Ecology apresentaram variações ao longo das estações [ $H(2;16)=6,73$ ;  $p<0,05$ ], sendo a diferença encontrada entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11. Já o mesmo componente não apresentou sazonalidade quando analisado em fígado de juvenis coletados em Punta Plaza [ $F(2;6)=1,09$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 14c).

No músculo de juvenis coletados no Glaciar Ecology [ $F(2;17)=1,08$ ;  $p>0,05$ ] e em Punta Plaza [ $F(2;5)=5,71$ ;  $p>0,05$ ] não houve sazonalidade da concentração de glicogênio (Figura 14d).



**Figura 14** - Variação sazonal e espacial das concentrações de glicogênio (mM/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.2.2.3 Lipídios totais

#### Adultos

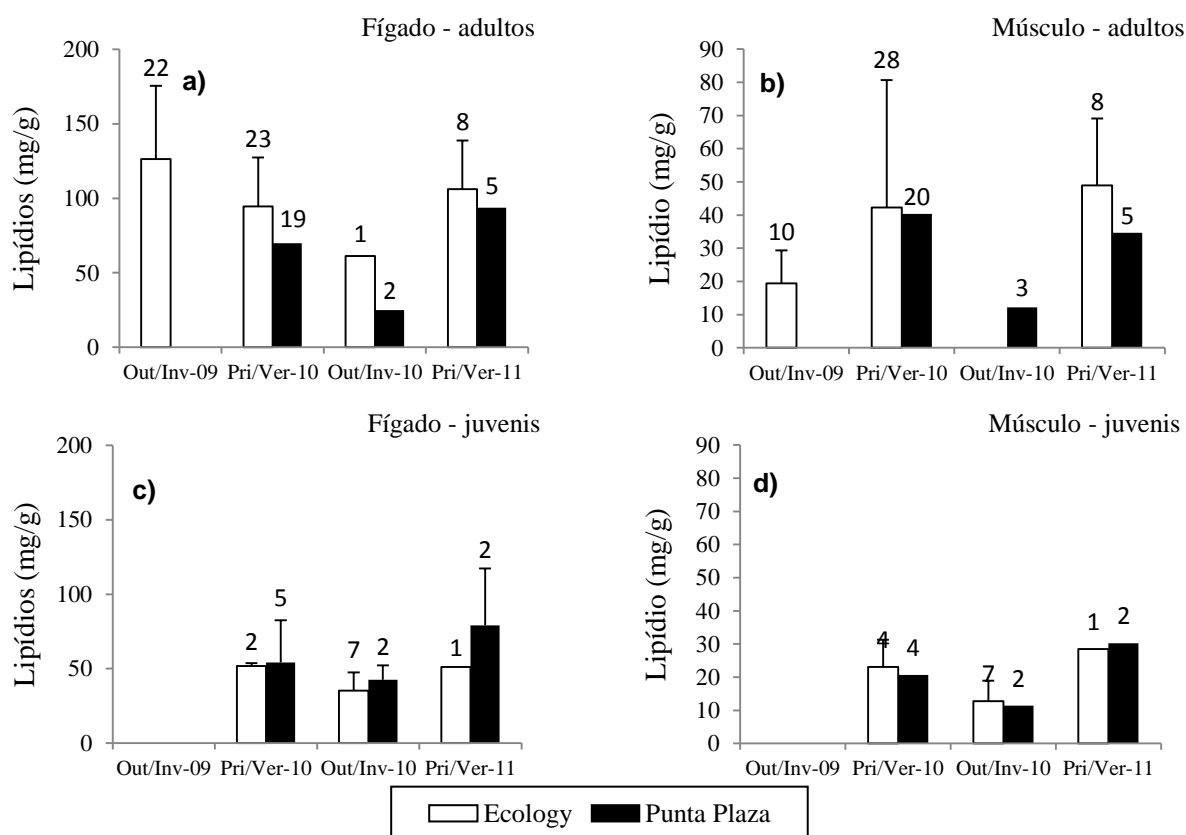
As concentrações de lipídios no fígado de adultos coletados no Glaciar Ecology apresentaram variação ao longo das estações [ $F(3;50)=2,79$ ;  $p<0,05$ ]. O mesmo componente também apresentou variação ao longo das estações para os indivíduos coletados em Punta Plaza [ $F(2;23)=3,44$ ;  $p<0,05$ ] (Figura 15a).

Para as concentrações de lipídios nos músculos de adultos coletados no Glaciar Ecology, as variações foram encontradas [ $F(2;42)=5,04$ ;  $p=0,01$ ] entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10 e entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-11, sendo Out/Inv-09 a estação com os menores valores. Já para os animais coletados em Punta Plaza não foi encontrada sazonalidade [ $F(2;25)=1,24$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 15b).

### Juvenis

Analisando as concentrações de lipídios em fígado de indivíduos juvenis observou-se que não há sazonalidade tanto para os coletados no Glaciar Ecology [ $F(2;7)=2,18$ ;  $p>0,05$ ] quanto para os coletados em Punta Plaza [ $F(2;6)=0,90$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 15c).

O mesmo ocorre para as concentrações de lipídios em músculo de juvenis coletados no Glaciar Ecology [ $F(2;9)=4,18$ ;  $p>0,05$ ] e em Punta Plaza [ $F(2;5)=0,44$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 15d).



**Figura 15** - Variação sazonal e espacial das concentrações de lipídios (mg/g) nos tecidos hepático (a e c) e muscular (b e d) de adultos (a e b) e juvenis (c e d) de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos analisados em cada período de coleta.

### 3.3 Dieta

#### 3.3.1 *Notothenia rossii*

Foram analisados 142 estômagos no total, sendo 39 de animais capturados no Glaciar Ecology e 103 de indivíduos provenientes de Punta Plaza.

A Tabela 2 traz informações sobre o comprimento total (CT em cm) dos indivíduos que tiveram a sua dieta descrita.

**Tabela 2** - Biometria de indivíduos de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Onde: n = número de indivíduos coletados; X = média do CT (cm); DP = desvio padrão; Mín. = valor mínimo de CT encontrado; e Máx. = valor máximo de CT encontrado.

<i>N. rossii</i>	Glaciar Ecology					Punta Plaza				
	n	x	DP	Min	Max	n	x	DP	Min	Max
Out/Inv-09	6	33,8	2,6	31,2	38,4	11	29,6	4,2	25	39
Pri/Ver-10	13	27,6	3,4	24,5	37	53	27,3	3,3	20,8	37,5
Out/Inv-10	12	30,2	4,4	24	36	25	29,4	3,3	22,5	37,5
Pri/Ver-11	9	29,4	7,0	20,5	41	16	27,2	3,8	23	35

Os itens identificados durante as triagens dos estômagos de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology foram: algas foliáceas verdes, algas foliáceas rosas, algas em ramos verdes, algas em ramos rosas, Amphipoda krill (aqui chamados de anfípodas krill), Amphipoda outros (anfípodas outros) que não o krill (famílias Eusiridae, Lysianassidae e Melitidae), Isopoda (isópodas), Gastropoda (gastrópodas), Salpida (salpas) e peixes. Para indivíduos da mesma espécie coletados em Punta Plaza foram encontradas as seguintes presas: algas foliáceas verdes, algas foliáceas rosas, algas em ramos verdes, algas em ramos rosas, Annelida (anelídeos), Amphipoda krill (anfípodas krill), Amphipoda outros (anfípodas outros) que não o krill (famílias Eusiridae, Lysianassidae, Cyllopodidae e Melitidae), Isopoda (isópodas), Bivalvia *Nacella concina*, outros gastrópodas que não *N. concina*, salpas, peixe, sedimento, além de alguns outros itens dos quais não foi possível a identificação (aqui chamados de indeterminado).

Anfípodas e salpas foram as presas com maiores valores de frequência de ocorrência (FO%) tanto no Glaciar Ecology (100% em Out/Inv-09, 33,3% em Pri/Ver-



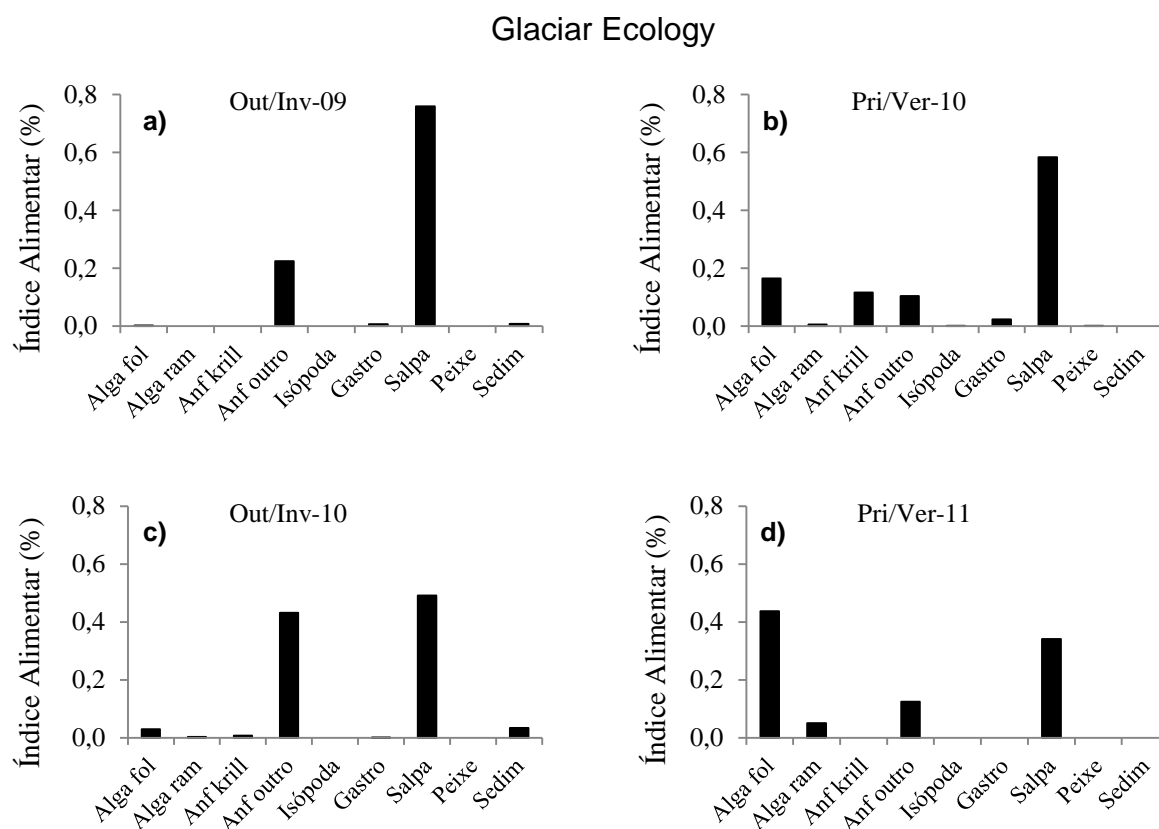
10, 100% em Out/Inv-10, 42,9% em Pri/Ver-11 e 100% em Out/Inv-09, 75% em Pri/Ver-10, 81,8% em Out/Inv-10, 57,1% em Pri/Ver-11, respectivamente), quanto em Punta Plaza (90% em Out/Inv-09, 30% em Pri/Ver-10, 100% em Out/Inv-10, 71,4% em Pri/Ver-11 e 40% em Out/Inv-09, 52% em Pri/Ver-10, 40% em Out/Inv-10 e 71,4% em Pri/Ver-11, respectivamente), ainda foi possível observar uma queda desses valores em ambas as estações referentes à Pri/Ver. Percebe-se um grande aumento na ocorrência de algas folhosas durante a Pri/Ver-11 nos dois locais de coleta (Glaciar Ecology: 71,4% e Punta Plaza: 57,1%) (Tabela 3).

Dentre os alimentos analisados, o que apresentou maiores pesos relativos ( $P_i\%$ ) em todas as estações para ambos locais de coleta foram as salpas (Glaciar Ecology: 75,9% em Out/Inv-09, 77,8% em Pri/Ver-10, 60% em Out/Inv-10 e 59,8% em Pri/Ver-11 e Punta Plaza: 43,5% em Out/Inv-09, 71,9% em Pri/Ver-10, 67,4% em Out/Inv-10 e 62,5% em Pri/Ver-11). Já o krill possuiu valores elevados durante a estação Pri/Ver-10, tanto no Glaciar Ecology (69,4%) quanto em Punta Plaza (76,4%). As algas folhosas também apresentaram um aumento considerável durante as duas estações de Pri/Ver nos dois locais de coleta (Tabela 3).

**Tabela 3** - Composição sazonal da dieta de 145 indivíduos de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11 [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de desvio padrão sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida.

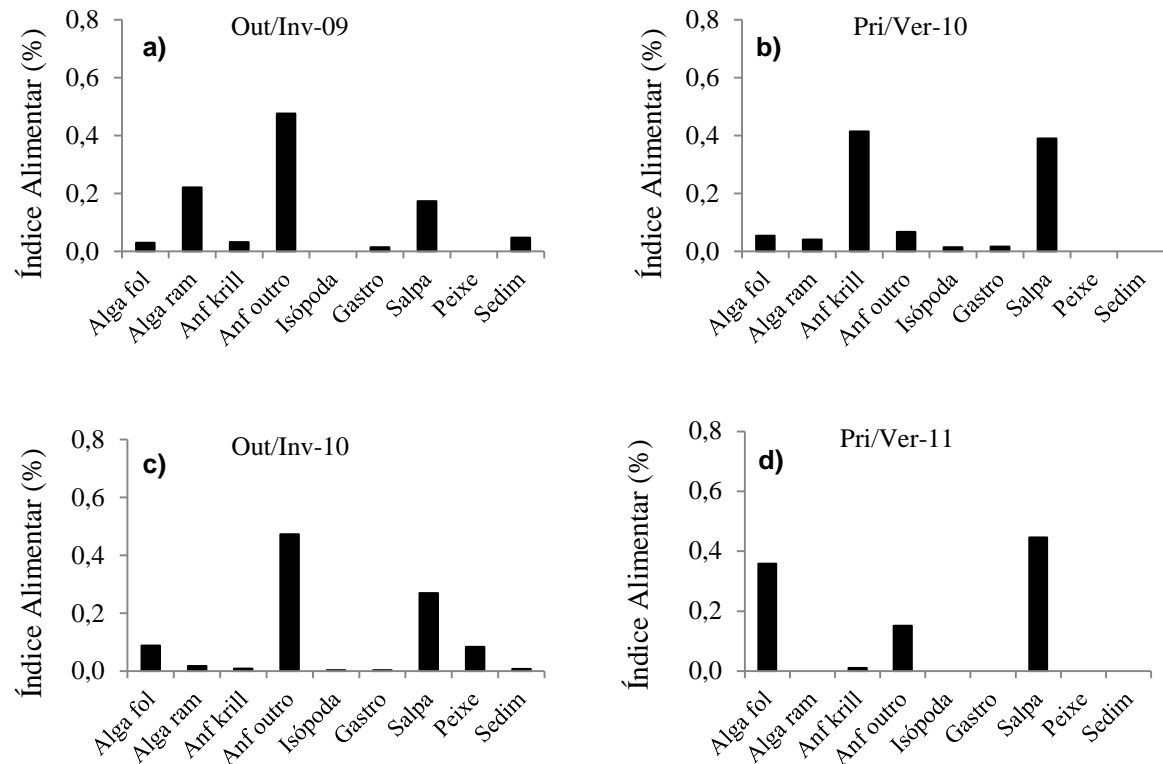
Ecology (n=40)	Out/Inv-09 (n=6; 31,2 a 38,4 cm)			Pri/Ver-10 (n=13; 24,5 a 37 cm)			Out/Inv-10 (n=12; 24 a 36 cm)			Pri/Ver-11 (n=9; 20,5 a 41 cm)		
	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi
Algas												
foliáceas	16,7	1,6	-	25,0	<b>65,7</b>	29,7	36,4	8,2	11,1	<b>71,4</b>	<b>61,3</b>	36,1
em ramos	-	-	-	16,7	3,3	4,3	27,3	1,3	1,6	28,6	17,7	13,0
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,6	15,8	9,3
Amphipoda												
krill	-	-	-	16,7	<b>69,4</b>	32,9	18,2	4,5	5,0	-	-	-
outros	<b>100,0</b>	22,4	27,0	33,3	31,4	45,4	<b>100,0</b>	43,2	40,8	42,9	29,1	24,8
Isopoda	-	-	-	8,3	1,5	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda	16,7	3,9	-	8,3	28,7	-	9,1	0,1	-	-	-	-
Salpida	<b>100,0</b>	<b>75,9</b>	27,3	<b>75,0</b>	<b>77,8</b>	41,4	<b>81,8</b>	<b>60,0</b>	33,1	57,1	59,8	35,4
Peixes	-	-	-	16,7	0,9	0,8	-	-	-	-	-	-
Sedimentos	16,7	4,7	-	-	-	-	36,4	9,6	14,9	-	-	-
<b>Punta Plaza</b> (n=105)	<b>Out/Inv-09</b> (n=11; 25 a 39 cm)			<b>Pri/Ver-10</b> (n=53; 20,8 a 37,5 cm)			<b>Out/Inv-10</b> (n=25; 22,5 a 37,5 cm)			<b>Pri/Ver-11</b> (n=16; 23 a 35 cm)		
Algas												
folhosas	20,0	15,0	5,9	16,0	32,7	27,2	20,0	44,5	43,2	<b>57,1</b>	<b>62,8</b>	-
em ramos	<b>60,0</b>	36,7	36,5	10,0	39,9	36,6	15,0	11,8	11,0	-	-	-
Anellida	-	-	-	6,0	3,7	1,4	-	-	-	-	-	-
Amphipoda												
krill	10,0	32,6	-	<b>52,0</b>	<b>76,4</b>	26,8	5,0	18,1	-	7,1	14,6	-
outros	<b>90,0</b>	52,8	26,0	30,0	21,6	26,5	<b>100,0</b>	47,3	40,0	<b>71,4</b>	21,3	-
Isopoda	-	-	-	2,0	<b>68,1</b>	-	5,0	5,9	-	-	-	-
Gastropoda	20,0	7,3	6,2	10,0	15,7	20,1	20,0	1,8	1,1	-	-	-
Salpida	40,0	43,5	41,0	<b>52,0</b>	<b>71,9</b>	33,0	40,0	<b>67,4</b>	37,1	<b>71,4</b>	<b>62,5</b>	-
Peixes	-	-	-	-	-	-	15,0	56,0	24,1	-	-	-
Ovos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	0,3	-
Sedimentos	50,0	9,5	8,9	-	-	-	20,0	4,1	4,1	-	-	-
MOD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,1	21,6	-
Indeterminado	20,0	2,6	1,8	-	-	-	10,0	42,9	54,1	7,1	21,6	-

Analisando os valores do Índice Alimentar (IA), podemos observar que as salpas possuem valores elevados durante todo o período de estudo, tanto no Glaciar Ecology (Figuras 16a a 16d), quanto em Punta Plaza (Figuras 17a a 17d). Assim como o krill, os anfípodos outros apresentam diferenças de consumo ao longo das estações, porém observa-se o mesmo padrão para ambos os locais de coleta. Krill aparece em maiores concentrações durante a estação Pri/Ver-10, principalmente em Punta Plaza (Figura 17b). Já os anfípodos outros são mais bem representados durante as estações de outono/inverno (Figuras 16a, 16c, 17a e 17c). As algas folhosas aparecem com valores elevados, principalmente durante as estações de primavera/verão, nos dois pontos de coleta (Figuras 16b, 16d, 17b e 17h). Outros itens, como poliquetas, gastrópodos e peixes também aparecem nos gráficos, porém com valores menores de IA (Figuras 16 e 17).



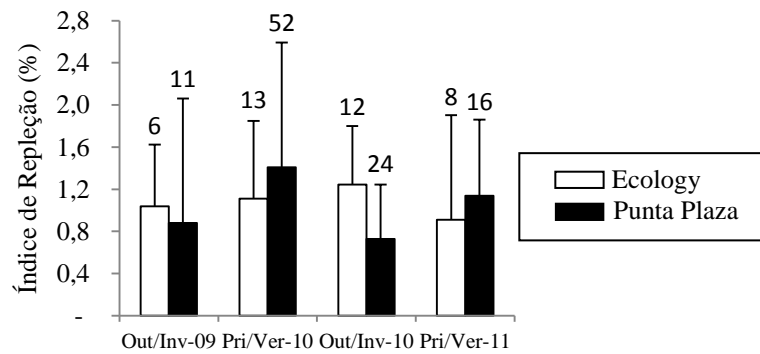
**Figura 16** - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, nos períodos de Out/Inv-09 (a), Pri/Ver-10 (b), Out/Inv-10 (c) e Pri/Ver-11 (d). Legenda: Alga fol = algas folhosas; Alga ram = algas em ramos; Anf krill = anfípoda krill; Anf outro = outro tipo de anfípoda que não krill; Gastro = gastrópoda; Sedim = sedimento.

## Punta Plaza



**Figura 17** - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA) dos itens mais representativos identificados da dieta de *N. rossii* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, nos períodos de Out/Inv-09 (a), Pri/Ver-10 (b), Out/Inv-10 (c) e Pri/Ver-11 (d). Legenda: Alga fol = algas folhosas; Alga ram = algas em ramos; Anf krill = anfípoda krill; Anf outro = outro tipo de anfípoda que não krill; Gastro = gastrópoda; Sedim = sedimento.

Não há variação do índice de repleção (IR) ao longo das estações para os indivíduos coletados no Glaciar Ecology [ $F(3;32)=0,32$ ;  $p>0,05$ ]. Já para os animais provenientes de Punta Plaza houve diferença entre Out/Inv-09 e Pri/Ver-10 ( $U=137$ ;  $p<0,05$ ), entre Pri/Ver-10 e Out/Inv-10 ( $U=297$ ;  $p=0,01$ ) e entre Out/Inv-10 e Pri/Ver-11 ( $U=78$ ;  $p<0,05$ ), sendo que em todos os casos as estações de Pri/Ver apresentaram sempre valores mais elevados de IR (Figura 18).



**Figura 18** - Sazonalidade e distribuição espacial das médias do índice de reposição (IR%) para *N. rossii*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos para cada período de coleta.

### 3.3.2 *Notothernia coriiceps*

Foram analisados 131 estômagos no total, sendo 89 de animais capturados no Glaciar Ecology e 42 de indivíduos provenientes de Punta Plaza. A Tabela 4 traz informações sobre comprimento total (CT) dos indivíduos de *N. coriiceps* ao longo das estações nos dois pontos de coleta.

**Tabela 4** - Biometria dos indivíduos de *N. coriiceps*, jovens e adultos, coletados no Glaciar Ecology e Punta Plaza, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Onde: n = número de indivíduos coletados; X = média do CT (cm); DP = desvio padrão; Mín. = valor mínimo de CT encontrado; e Máx. = valor máximo de CT encontrado.

<b><i>N. coriiceps</i> adultos</b>	Glaciar Ecology					Punta Plaza				
	n	x	DP	Min	Max	n	x	DP	Min	Max
Out/Inv-09	22	38,2	3,1	34,0	48,2	0				
Pri/Ver-10	34	38,6	2,4	34,0	43,3	26	39,3	2,7	34,5	45,5
Out/Inv-10	1	44,5	0,0	44,5	44,5	3	39,3	2,7	37,0	43,0
Pri/Ver-11	10	43,8	4,7	35,0	48,0	5	41,4	3,4	36,0	44,0
<b><i>N. coriiceps</i> juvenis</b>										
	n	x	DP	Min	Max	n	x	DP	Min	Max
Out/Inv-09	0					0				
Pri/Ver-10	6	32,2	1,1	30,0	33,0	5	32,3	1,1	29,0	33,0
Out/Inv-10	7	27,7	3,8	22,5	32,5	2	30,0	3,2	26,0	33,0
Pri/Ver-11	7	29,4	3,8	21,0	32,0	2	27,0	7,1	22,0	32,0

As presas de *N. coriiceps* provenientes do Glaciar Ecology foram: algas foliáceas verdes, algas foliáceas rosas, algas em ramos verdes, algas em ramos rosas, Polychaeta (aqui chamados de poliquetas) das famílias Nereidae e Nephtyidae, Annelida (anelídeos), Amphipoda krill (anfípodas krill), Amphipoda outros (anfípodas outros) que não o krill (famílias Eusiridae, Lysianassidae, Cyllopodidae e Melitidae), Isopoda (isópodas), Bivalvia *Myrella charcoti*, *Nacella concina* (bivalves), outros Gastropoda (gastrópodas), Salpida (salpas), peixe, sedimento, além de outros organismos cuja identificação não foi possível (indeterminado). No conteúdo estomacal de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza foram encontrados: algas foliáceas verdes, algas foliáceas rosas, algas em ramos verdes, algas em ramos rosas, Annelida (anelídeos), Polychaeta (poliquetas) da família Nephtyidae, Amphipoda krill (anfípodas krill), Amphipoda outros (anfípodas outros) que não o krill (famílias Eusiridae, Lysianassidae, Melitidae e Liljeborgiidae), Isopoda (isópodas), Cephalopoda (cefalópodas), Bivalvia *Nacella concina* (bivalves), outros Gastropoda (gastrópodas), Salpida (salpas), peixe, sedimentos e outros organismos que não foram identificados (indeterminado).

A partir das tabelas 5 e 6 podemos observar que para ambos locais de coleta, tanto nos indivíduos adultos quanto nos juvenis, as presas que apresentaram maior frequência de ocorrência (FO%) foram os anfípodas outros, que só não foram observados nos animais coletados em Punta Plaza durante Pri/Ver-11.

Tanto o krill, quanto os outros anfípodas possuem maior FO (%) nos juvenis. O krill foi observado na maioria das vezes nas estações referentes a primavera/verão para juvenis e adultos, com uma única exceção para os adultos coletados no Glaciar Ecology durante Out/Inv-09, onde este item também foi observado. Quanto aos outros anfípodas, estes constaram em todas as estações no Glaciar Ecology e em Punta Plaza não ocorreram somente durante Pri/Ver-11 tanto para juvenis quanto para adultos. Ainda para o mesmo item, observa-se maior FO (%) durante a estação Out/Inv-10 e Pi elevado (66,6% no Glaciar Ecology e 89,9% em Punta Plaza) para os juvenis coletados na mesma época.

Dentre todas as presas, os anfípodas outros se destacaram por apresentarem os maiores valores de FO (%) e por aparecerem em praticamente todas as estações de coleta, representando o item alimentar mais importante para esses indivíduos.

Logo em seguida, estão as salpas e as algas, também como itens de grande importância na alimentação de *N. coriiceps*.

Entre os indivíduos coletados no Glaciar Ecology, as salpas apresentaram maior FO (%) nos adultos que nos juvenis, sendo os maiores valores observados nos adultos deste mesmo local quando comparados a Punta Plaza, com exceção de Pri/Ver-11, onde os valores foram maiores em Punta Plaza, para adultos e juvenis. Para os animais coletados em Punta Plaza, as salpas apresentaram maior FO (%) durante as estações de primavera/verão, já para os do Glaciar Ecology, os maiores valores de FO (%) foram observados durante Out/Inv-10, porém os maiores valores de Pi apareceram durante as estações de primavera/verão.

Os isópodos, apresentaram maior FO (%) na dieta de indivíduos coletados no Glaciar Ecology, dos adultos e durante a estação de Out/Inv-10. Os bivalves ocorreram somente nas análises envolvendo espécimes coletados neste mesmo local. Os peixes só ocorreram na dieta dos adultos. No Glaciar Ecology, peixes e sedimentos, apareceram somente durante estações de outono/inverno e em Punta Plaza somente em primavera/verão. Os maiores valores de peso relativo para estes dois itens foram encontrados em Punta Plaza.

Gastrópodes apresentaram maior FO (%) durante a estação de Out/Inv-10, com exceção para os juvenis coletados em Punta Plaza, para os quais a maior FO (%) foi durante a Pri/Ver-10. Entre os indivíduos provenientes de Punta Plaza, foi observado maior Pi (%) para os adultos, quando comparados aos juvenis.

**Tabela 5** - Composição sazonal da dieta de 130 indivíduos de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de DP sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão destacados em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida. (continua)

<b>Ecology</b>	Out/Inv-09 (n=22; 34 a 48,2 cm)			Pri/Ver-10 (n=34; 34 a 43,3 cm)			Out/Inv-10 (n=1; 44,5 cm)			Pri/Ver-11 (n=10; 35 a 48 cm)		
<b>Adultos</b> (n=67)	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi
Algas												
folhosas	15,8	22,5	24,2	44,1	40,0	26,0	<b>100,0</b>	24,1	-	<b>90,0</b>	<b>45,3</b>	40,7
em ramos	<b>63,2</b>	13,0	14,8	35,3	3,0	2,1	<b>100,0</b>	1,4	-	<b>80,0</b>	2,6	4,0
Polychaeta	-	-	-	2,9	1,0	-	-	-	-	10,0	10,6	-
Anellida	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	2,4	-
Amphipoda												
krill	10,5	<b>45,4</b>	59,4	26,5	<b>63,6</b>	23,7	-	-	-	10,0	9,6	-
outros	<b>89,5</b>	38,0	30,7	<b>67,6</b>	12,0	22,0	<b>100,0</b>	<b>48,9</b>	-	<b>70,0</b>	27,5	34,1
Isopoda	-	-	-	5,9	5,5	0,2	<b>100,0</b>	8,4	-	30,0	8,6	1,4
Bivalvia	5,3	18,5	-	8,8	12,9	14,1	<b>100,0</b>	0,0	-	-	-	-
Gastropoda	47,4	1,4	1,0	26,5	4,2	6,7	<b>100,0</b>	2,2	-	30,0	28,1	25,0
Salpida	<b>68,4</b>	<b>48,4</b>	34,8	<b>67,6</b>	<b>78,2</b>	29,6	<b>100,0</b>	7,8	-	40,0	19,0	24,6
Peixes	5,3	<b>43,7</b>	-	-	-	-	<b>100,0</b>	5,5	-	-	-	-
Ovos	-	-	-	-	-	-	<b>100,0</b>	0,4	-	-	-	-
Sedimento	<b>73,7</b>	6,8	9,1	32,4	2,5	3,8	<b>100,0</b>	1,3	-	30,0	1,5	1,0
MOD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,0	<b>52,5</b>	30,0
Indeterminado	47,4	15,6	17,2	-	-	-	-	-	-	30,0	2,8	1,5
<b>Ecology Juvenis</b> (n=20)	Out/Inv-09 (n=0)			Pri/Ver-10 (n=6; 30 a 33 cm)			Out/Inv-10 (n=7; 22,5 a 32,5 cm)			Pri/Ver-11 (n=7; 21 a 32 cm)		
Algas												
folhosas	-	-	-	50,0	27,5	24,7	14,3	5,2	-	<b>75,0</b>	27,4	21,4
em ramos	-	-	-	<b>66,7</b>	2,8	2,7	-	-	-	50,0	<b>32,3</b>	37,2
Polychaeta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,0	10,9	0,7
Anellida	-	-	-	16,7	0,1	-	28,6	2,6	2,5	25,0	2,1	0,2



**Tabela 5** - Composição sazonal da dieta de 130 indivíduos de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de DP sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão destacados em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida. (conclusão)]

<b>Ecology Juvenis (n=20)</b>	Out/Inv-09 (n=0)			Pri/Ver-10 (n=6; 30 a 33 cm)			Out/Inv-10 (n=7; 22,5 a 32,5 cm)			Pri/Ver-11 (n=7; 21 a 32 cm)		
	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi
Amphipoda												
krill	-	-	-	50,0	<b>52,6</b>	30,0	-	-	-	-	-	-
outros	-	-	-	<b>83,3</b>	8,0	9,9	<b>100,0</b>	<b>66,6</b>	34,7	<b>87,5</b>	31,8	29,2
Isopoda	-	-	-				14,3	3,6	-	12,5	13,0	-
Bivalvia	-	-	-	16,7	4,2	-	-	-	-	12,5	3,8	-
Gastropoda	-	-	-	50,0	4,6	6,7	57,1	2,9	3,9	37,5	6,7	6,2
Salpida	-	-	-	33,3	<b>93,9</b>	3,6	57,1	50,3	30,1	37,5	26,2	23,6
Sedimento	-	-	-	33,3	1,3	1,3	57,1	1,8	1,5	12,5	1,0	-
MOD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,5	<b>58,4</b>	-
Indeterminado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,5	20,4	34,7

**Tabela 6** - Composição sazonal da dieta de 130 indivíduos de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, Ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. [Frequência de ocorrência, FO (%); peso relativo médio, Pi médio (%) e desvio padrão de Pi (DP Pi). As lacunas de DP sem valor são relativas a presas que apareceram apenas uma vez nas análises. Os maiores valores estão destacados em negrito. Legenda: MOD = matéria orgânica digerida.

<b>Punta Plaza Adultos (n=34)</b>	Out/Inv-09 (n=0)			Pri/Ver-10 (n=26; 34,5 a 45,5 cm)			Out/Inv-10 (n=3; 37 a 43 cm)			Pri/Ver-11 (n=5; 36 a 44 cm)		
	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi	FO(%)	Pi médio(%)	DP Pi
Algas												
folhosas	-	-	-	26,9	<b>50,3</b>	26,6	-	-	-	<b>66,7</b>	<b>52,1</b>	67,8
em ramos	-	-	-	26,9	12,6	16,3	<b>66,7</b>	3,5	3,4	-	-	-
Polychaeta	-	-	-	3,8	27,5		-	-	-	-	-	-
Anellida	-	-	-	7,7	0,1	0,0	-	-	-	-	-	-
Amphipoda												
krill	-	-	-	19,2	32,1	21,6	-	-	-	33,3	20,4	-
outros	-	-	-	50,0	47,0	37,5	<b>100,0</b>	15,0	17,1	-	-	-
Isopoda	-	-	-	3,8	5,7		33,3	3,4	-	-	-	-
Gastropoda	-	-	-	<b>65,4</b>	7,4	25,9	<b>100,0</b>	29,0	30,2	-	-	-
Cephalopoda	-	-	-	15,4	<b>54,8</b>	39,1	-	-	-	-	-	-
Salpida	-	-	-	34,6	20,2	14,6	33,3	<b>47,9</b>	-	<b>66,7</b>	44,0	58,8
Peixes	-	-	-	11,5	48,7	44,8	-	-	-	33,3	23,7	-
Sedimento	-	-	-	42,3	11,1	29,7	33,3	12,0	-	-	-	-
Indeterminado	-	-	-	-	-	-	33,3	1,7	-	33,3	<b>49,4</b>	-
<b>Punta Plaza Juvenis (n=9)</b>	Out/Inv-09 (n=0)			Pri/Ver-10 (n=5; 29 a 33 cm)			Out/Inv-10 (n=2; 26 a 33 cm)			Pri/Ver-11 (n=2; 22 a 32 cm)		
Algas												
folhosas	-	-	-	20,0	36,1	-	-	-	-	-	-	-
em ramos	-	-	-	<b>60,0</b>	3,8	4,4	-	-	-	-	-	-
Amphipoda												
krill	-	-	-	40,0	<b>55,8</b>	62,4	-	-	-	-	-	-
Outros	-	-	-	<b>80,0</b>	<b>48,0</b>	30,8	<b>100,0</b>	<b>89,9</b>	11,2	-	-	-
Gastropoda	-	-	-	<b>80,0</b>	0,7	0,4	50,0	2,4	-	-	-	-
Salpida	-	-	-	-	-	-	50,0	14,6	-	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	0,0
Sedimento	-	-	-	-	-	-	<b>100,0</b>	1,6	0,8	-	-	-

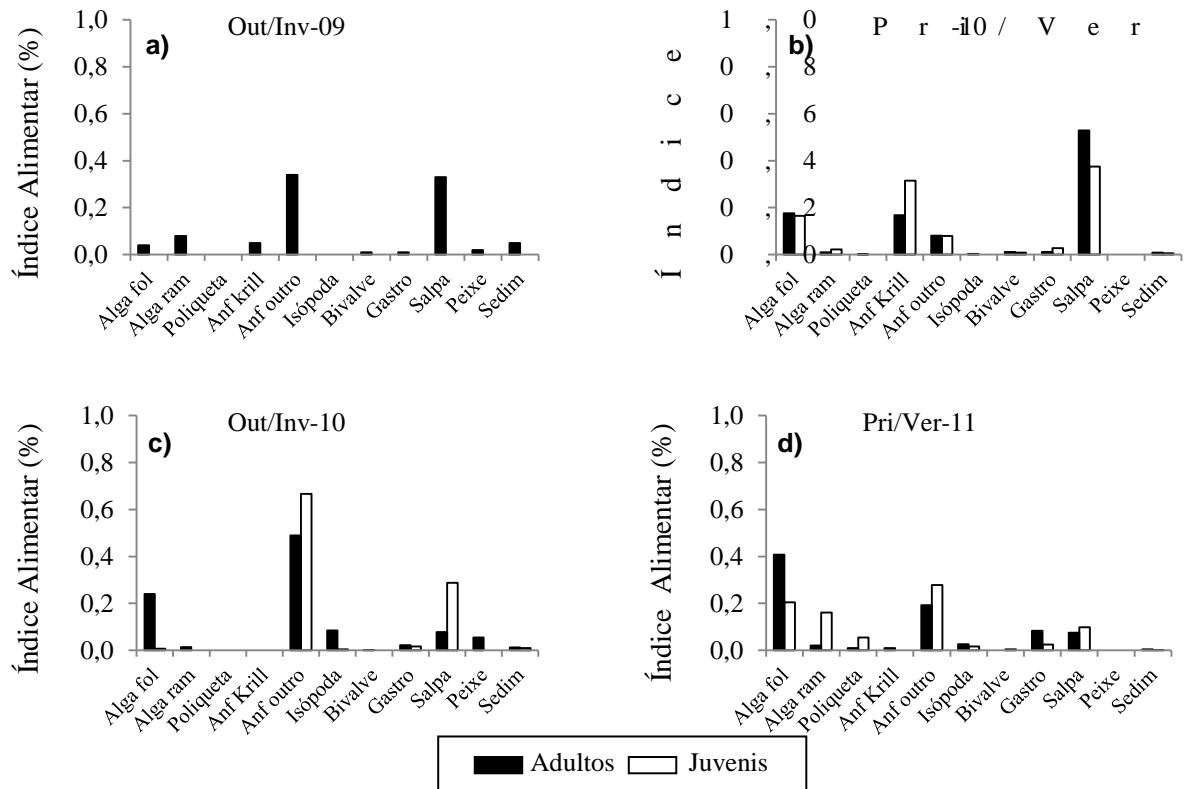
A figura 19 traz a distribuição sazonal e espacial dos índices alimentares das principais presas identificadas na dieta de *N. coriiceps*. Analisando os resultados obtidos a partir do Índice Alimentar (IA) pode-se observar que as salpas, os anfípodos e as algas são os itens dominantes nos estômagos dos indivíduos de *N. coriiceps* coletados tanto no Glaciar Ecology como em Punta Plaza.

No Glaciar Ecology observa-se que anfípodos e outros apresentam maiores valores de IA durante as estações de outono/inverno (figuras 19a e 19c) e que algas em ramos possuem os valores maiores para juvenis. Bivalves, gastrópodos, poliquetas e sedimentos, apesar de possuírem sempre IA baixo, aparecem em todas as estações de coleta (figuras de 19a a 19d).

Em Punta Plaza, algas folhosas e krill aparecem somente durante estações de primavera/verão (figuras 20a e 20c). Os maiores valores de IA ao longo das estações são observados em juvenis: anfípodos e outros de indivíduos coletados em Out/Inv-10 (figura 20b) e salpas componentes da dieta de espécimes de Pri/Ver-11 (figura 20c).

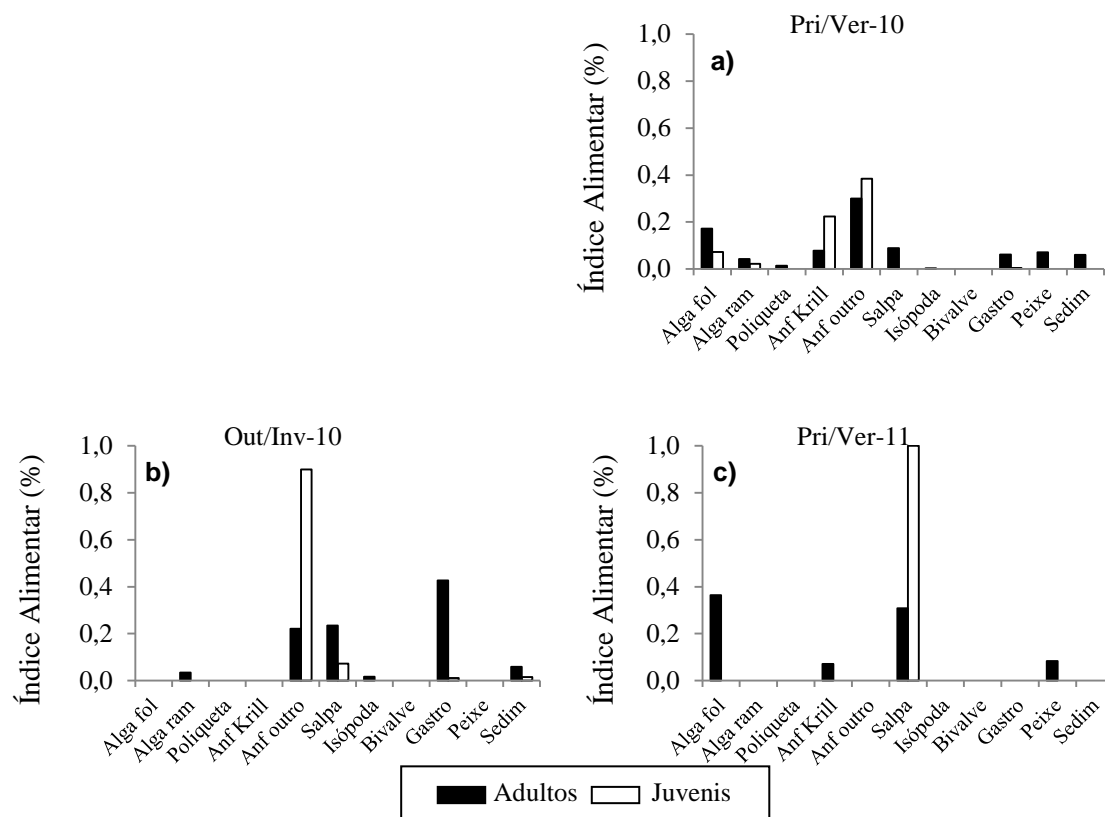
Tanto no Glaciar Ecology quanto em Punta Plaza, os maiores valores de IA para anfípodos são apresentados por indivíduos juvenis. Para ambos locais de coleta, o item peixes aparece somente para adultos, porém no Glaciar Ecology estes itens são observados somente nas estações de outono/inverno (figuras 19a e 19c) e em Punta Plaza nas estações de primavera/verão (figuras 20a e 20c). Algas folhosas possuem maiores valores de IA quando associadas a adultos nos dois locais de estudo.

## Glaciar Ecology



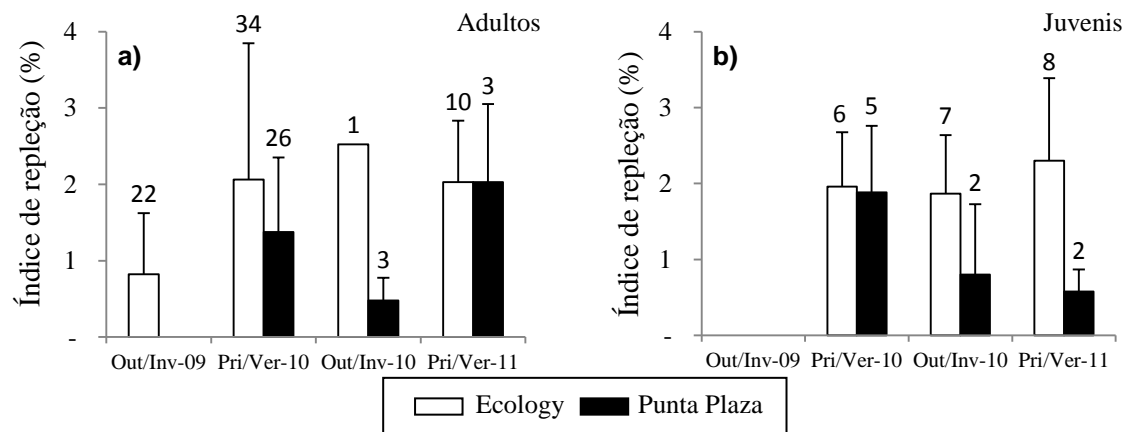
**Figura 19** - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de adultos e juvenis de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. Legenda: Alga fol = algas folhosas; Alga ram = algas em ramos; Anf krill = anfípoda krill; Anf outro = outro tipo de anfípoda que não krill; Gastro = gastrópoda; Sedim = sedimento.

## Punta Plaza



**Figura 20** - Distribuição sazonal e espacial do Índice Alimentar (IA%) dos itens mais representativos identificados da dieta de adultos e juvenis de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11. Legenda: Alga fol = algas folhosas; Alga ram = algas em ramos; Anf krill = anfípoda krill; Anf outro = outro tipo de anfípoda que não krill; Gastro = gastrópoda; Sedim = sedimento.

As comparações feitas para índice de repleção (IR) ao longo das estações para os adultos coletados no Glaciar Ecology indicaram que há variações [ $F(3;60)=3,41$ ;  $p<0,05$ ], as diferenças encontradas foram sempre com relação à Out/Inv-09, primeiramente quando comparada com Pri/Ver-10 e também na comparação com Pri/Ver-11. Em ambos os casos, a estação Out/Inv-09 apresentou os menores valores de IR (Figura 21a). Já para os adultos de Punta Plaza não houve indicativo de sazonalidade [ $F(2;29)=2,02$ ;  $p>0,05$ ]. Para os indivíduos jovens não foi observada sazonalidade nem no Glaciar Ecology [ $F(2;16)=0,44$ ;  $p>0,05$ ], nem em Punta Plaza [ $F(2;6)=2,41$ ;  $p>0,05$ ] (Figura 21b).



**Figura 21** - Sazonalidade e distribuição espacial das médias do índice de repleção (IR%) para adultos (a) e juvenis (b) de *N. coriiceps*, coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, Península Antártica, no período de Out/Inv-09 a Pri/Ver-11. As barras verticais indicam desvio padrão. Os valores acima das barras correspondem ao número de indivíduos para cada período de coleta.

## 4 Discussão

No presente estudo foram capturados somente indivíduos juvenis de *N. rossii*, porém para *N. coriiceps* foram coletados espécimes adultos e juvenis. Estes resultados corroboram o descrito na literatura e isto se deve aos diferentes hábitos espaciais e alimentares apresentados pelas espécies estudadas. Knox (1994) relata que indivíduos jovens de *N. rossii* são demersais, preferindo profundidades de 3 a 200 metros, já os adultos são demerso-pelágicos, sendo frequentemente encontrados entre 200 e 1000 metros de profundidade. Trabalhos relatam que *N. rossii* é encontrada em abundância nas águas rasas da Georgia do Sul, exclusivamente durante os estágios juvenis (Linkowski *et al.*, 1983, Casaux *et al.*, 1990). Após a fase juvenil, a espécie migra para regiões mais fundas para unir-se a população adulta (Burchett, 1983c; Kock, 1992; Gröhsler, 1994). Já, *N. coriiceps* são comumente encontrados em profundidades menores de 200 metros (Hureau, 1970). Na Ilha Rei George a espécie permanece em áreas costeiras durante todo seu ciclo de vida (Burchett *et al.*, 1983a; Casaux *et al.*, 1990), já na Ilha Elefante e em outras ilhas do arquipélago Shetland do Sul os indivíduos parecem migrar para águas mais profundas para desovar (Everson, 1970, Hureau 1970, Kock 1989).

A grande presença de indivíduos juvenis de *N. rossii* obtidos em Punta Plaza indica que esta pode ser uma área-berçário na Baía do Almirantado para esta espécie, corroborando os dados de Weber & Montone (2006). Isto se deve ao fato de que o substrato da área em frente à Punta Plaza possui seixos de diferentes tamanhos, muitas vezes cobertos com algas calcárias e macroalgas, que além de servirem como abrigo para *N. rossii* (Burchett, 1983a), quando se decompõem fornecem matéria orgânica e nutrientes, aumentando a fertilidade do local (Nedzarek & Rakusa-Suszczewski, 2004). Essas macroalgas podem abrigar organismos pertencentes à macrofauna, como anfípodas, gastrópodas e poliquetas (Weber & Montone, 2006), encontrados com frequência na dieta de *N. rossii*. Assim, a predominância de *N. rossii* em Punta Plaza pode ser explicada pela probabilidade deste local servir como ponto de alimentação e proteção para esta espécie.

As análises dos constituintes plasmáticos teve por objetivo estabelecer parâmetros de higidez em notothenídeos antárticos visando o biomonitoramento em

longo prazo da baía do Almirantado. Os dados obtidos não possibilitam no momento este estabelecimento de padrão devido à insuficiência de dados, havendo necessidade de continuidade das coletas nos próximos anos. Há poucos trabalhos na literatura avaliando os constituintes sanguíneos de peixes antárticos, sendo que quando analisados, os animais encontravam-se em situação experimental. Sabe-se, que alguns peixes antárticos apresentaram reduzida concentração de glicose plasmática. *Notothenia neglecta* (atualmente *N. coriiceps*) apresentou valores de glicemia de  $1,67 \text{ mM L}^{-1}$  enquanto que em *N. rossii* foram de  $14,43 \text{ mM L}^{-1}$  (Egginton *et al.*, 1991). *Pachycara brachycephalum*, outro peixe antártico, apresentou glicemia inferiores a  $1 \text{ mM L}^{-1}$  permanecendo inalterada em uma faixa térmica de 0 a  $6^{\circ}\text{C}$  (Van Dijk *et al.*, 1999).

Estudo realizado com salmões indicou aumento nos níveis de glicose no plasma destes animais durante períodos de grande estresse, como os que precedem a maturação e a senescência (Jeffries *et al.*, 2011). Para alevinos de tilápia e bagres provenientes da Nigéria foi observado um aumento na taxa de glicose no período pós-desova (Gbore *et al.*, 2006). Ainda, em trabalho sazonal realizado com *Capoeta capoeta umbla*, um peixe de água doce, encontrado na Turquia, indicou maiores valores de glicose durante o inverno (Bayir *et al.*, 2007). Porém no presente trabalho observou-se este padrão somente para indivíduos adultos de *N. coriiceps* coletado no Glaciar Ecology, que apresentaram concentrações mais elevadas de glicose durante o período correspondente a outono/inverno, que seria equivalente ao período de maior estresse para esses peixes. Já os espécimes de *N. rossii* coletados em Punta Plaza, apresentaram os maiores valores de glicose durante os períodos de primavera/verão.

Neste trabalho as taxas de glicose plasmática variaram sazonalmente nos indivíduos de *N. rossii* coletados em Punta Plaza e *N. coriiceps* adultos provenientes do Glaciar Ecology. No primeiro caso, as maiores concentrações de glicose foram encontradas nos dois períodos referentes a primavera/verão, quando observou-se aumento no índice alimentar de algas folhosas e salpas, porém uma diminuição deste mesmo parâmetro para anfípodos outros. Já *N. coriiceps* adultos os maiores valores de glicose foram observados na estação de outono/inverno 2010, onde foi obtida maior frequência de ocorrência de anfípodos outros e gastrópodos. Para *N. rossii* também foi encontrada variação nas concentrações de glicose plasmática



entre os locais de coleta durante a estação Out/Inv-10, sendo que os maiores valores foram encontrados no Glaciar Ecology, coincidindo com a elevação do índice alimentar das salpas. De modo semelhante ao observado para as concentrações de glicose no sangue, as concentrações de glicogênio em músculo e fígado de *N. rossii* foram maiores durante o período referente a Pri/Ver-10, para ambos locais de coleta. O mesmo padrão foi observado para *N. coriiceps* adultos coletados no Glaciar Ecology, contrariando os altos valores de glicose sanguínea encontrados durante períodos de outono/inverno. Diferentemente, para os juvenis as maiores concentrações de glicogênio em fígado foram encontradas na estação Out/Inv-10.

Houve diminuição na concentração de cloretos durante o período de outono/inverno para os indivíduos de *N. rossii*. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que durante os períodos mais frios, os peixes enfrentam seus momentos mais delicados, com a maior necessidade energética para controle do metabolismo e a diminuição na intensidade de luminosidade, o que leva à diminuição da produtividade primária. Em estudo realizado com salmões de águas com temperaturas entre 14 e 18°C, Jeffries *et al.* (2011) observaram diminuição nas concentrações de cloretos nas últimas semanas de vida destes animais, indicando uma dificuldade na osmorregulação. Para *N. coriiceps* não foi evidenciada sazonalidade referente ao parâmetro clorestos.

Diferentemente de trabalho realizado com *Capoeta capoeta umbla*, peixe de água doce, encontrado na Turquia (Bayir *et al.*, 2007), no presente estudo foi observado aumento nas concentrações de proteínas totais, albumina e cálcio durante os períodos de outono/inverno. No experimento de Bayir *et al.* (2007), com exceção da glicose, todos os outros parâmetros foram tiveram seus valores positivamente afetados pela temperatura e pH da água.

Em estudo que determinou parâmetros bioquímicos do sangue preditores de doenças e morte de peixes-sapo provenientes dos EUA, observou-se que os níveis de colesterol foram significativamente menores em animais com saúde comprometida e em estados terminais (Mensinger *et al.*, 2005). Neste trabalho os espécimes de *N. rossii* coletados em Punta Plaza, apresentaram menores valores de colesterol durante o período correspondente a outono/inverno, o que pode ser um indicativo de que estes animais se encontravam em condições mais delicadas durante este período.

A alimentação, o estado nutricional e o fisiológico do animal no momento das coletas têm um forte impacto sobre os constituintes plasmáticos e teciduais. Kamler *et al.* (2001) relata que *N. coriiceps* capturada na baía do Almirantado apresentou elevada composição de ácidos graxos semelhante ao observado nas principais presas bêmicas da região (anfípodos, *Himantothallus grandifolius* e *Curdiea racovitzae*). Peixes antárticos possuem dieta rica em lipídios e aminoácidos, porém possuem grande necessidade metabólica de compostos de origem glicídica. Observa-se baixa capacidade oxidativa de ácidos graxos pelas brânquias e tecido nervoso, sendo assim estes peixes utilizam, principalmente, glicose e glutamato para atender às suas necessidades energéticas (Crockett *et al.*, 1999; Kawall *et al.*, 2002).

A maior parte das reservas de lipídios das presas dos nototheniídeos está na forma de ésteres de cera, porém estes compostos não são detectados nas análises com os peixes. Provavelmente os ésteres de cera ingeridos juntamente com as presas são convertidos em triacilgliceróis ou são metabolizados pelos peixes (Hagen *et al.*, 2000). No presente trabalho foi possível observar sazonalidade nas concentrações de triglicérides somente em indivíduos de *N. rossii* coletados em Punta Plaza, sendo que nos períodos de primavera/verão, os valores deste parâmetro foram sempre maiores. Para todas as outras análises não foi possível evidenciar variação sazonal das concentrações de triglicérides, porém é notável a diferença nas concentrações máximas deste composto. *Nototothenia rossii* apresentaram os menores valores, seguidos por *N. coriiceps* adultos e juvenis. Esses dados diferenciam-se dos encontrados por Mayzaud *et al.* (2011), que observou maiores concentrações de triglicérides para indivíduos adultos da espécie antártica *Pleuragramma antarcticum*, refletindo a dieta desses espécimes, onde juvenis alimentam-se predominantemente do fitoplâncton e os adultos possuem uma dieta mais carnívora, composta principalmente por pequenos copépodos. Ainda segundo o mesmo autor, juvenis apresentam menores concentrações de lipídios, devido ao fato de a regulação da flutuabilidade através deste componente ainda ser pequena nesta fase.

Além de reserva energética, os lipídios também servem para aumentar a flutuabilidade, podendo ser vantajoso para animais pelágicos possuir maiores concentrações de lipídios. Porém um estudo realizado com nototheniídeos antárticos

observou maiores concentrações de lipídios nos peixes provenientes da plataforma continental e menores para peixes da zona mesopelágica (Hagen *et al.*, 2000). Neste trabalho, ficou evidente a sazonalidade das concentrações de lipídios nos tecidos hepático e muscular de ambas as espécies, sendo os menores valores encontrados durante as estações de outono/inverno. *Notothenia coriiceps* são capazes de processar o alimento em taxas semelhantes por todo o ano, independente das condições climáticas. Porém, estoques de triglicerídeos no fígado e a atividade de algumas enzimas do metabolismo natatório muscular são significativamente menores durante o inverno, quando comparado ao verão (Johnston, 1993).

Os resultados obtidos neste trabalho, glicogênio e lipídios, foram condizentes ao estudo feito por Oehlenschläger & Rehbein (1982), apresentando sempre maiores concentrações no tecido hepático. A composição química de músculo e fígado é menos homogênea quando comparados a outros tecidos. Isso se deve ao fato desses tecidos servirem como estoque de energia disponível na forma de carboidratos e lipídios, enquanto os outros tecidos estão envolvidos nos processos de digestão (Oehlenschläger & Rehbein, 1982).

Juntamente com as algas, os peixes ingerem copépodos, que são extremamente ricos em lipídios (Hagen *et al.*, 2000). Os dados da dieta refletem as análises de lipídios em tecidos muscular e hepático, onde foram observadas menores concentrações deste componente durante as estações referentes a outono/inverno, ou seja, as épocas mais frias e onde houve menor consumo de algas. Estes resultados indicam ainda que este componente é utilizado como recurso energético nos momentos de privação alimentar e outras necessidades energéticas.

Corroborando estudos anteriores (Burchett, 1983a; Casaux *et al.*, 2003; Barrera-Oro & Winter, 2008), a dieta de *N. rossii* se constituiu predominantemente por anfípodos e algas. Assim como em trabalho realizado por Barrera-Oro & Winter (2008), poliquetas e gastrópodos também apareceram na dieta, porém de forma secundária. A diferença encontrada neste trabalho foi o fato de que as salpas ocuparam importante papel na dieta, possuindo os maiores valores de peso relativo. Maiores estudos devem ser feitos visando explicar a importância deste item na dieta de peixes na baía do Almirantado.

Assim como relatado por Richardson (1975), neste trabalho houve predominância de outros anfípodos que não o krill (anfípoda outros) na dieta de *N. coriiceps*, sendo que este item apareceu em quase todas as estações de coleta. As salpas e as algas também apareceram como itens importantes na dieta da espécie, tanto para adultos quanto para juvenis. Ainda constituíram a dieta de *N. coriiceps* aqui estudados isópodos, peixes, gastrópodos, entre outros, reafirmando o comportamento desta espécie, que se alimenta de acordo com a disponibilidade da presa no ambiente, resultando em um amplo espectro alimentar (Casaux *et al.*, 2003; Fanta *et al.*, 2003).

Em Punta Plaza observou-se, para as duas espécies estudadas, menores índices de repleção durante as estações de outono/inverno, que correspondem aos períodos de menor luminosidade. Donatti *et al.* (2008) observaram que *N. rossii* são forrageadores mais ativos na presença de luz e em regimes alternados de luminosidade.

O índice de repleção de *N. coriiceps* estudados neste trabalho não apresentou grande variação ao longo das estações, confirmando a capacidade desta espécie detectar as presas durante todo o ano, independente da incidência de luz (Donatti & Fanta, 2002). Somente para os adultos coletados no Glaciar Ecology durante o período de Out/Inv-09 foi observado índice de repleção menor, isso provavelmente se deve ao fato de o mar ter congelado nesta época, impondo condições mais adversas aos peixes, devido à baixa luminosidade, o que pode gerar a diminuição do número de presas.

Kamler (2002) concluiu não haver momentos de alta privação alimentar durante o inverno para juvenis e adultos de *N. coriiceps*, pois seu estudo não detectou sazonalidade para fator de condição. No presente trabalho, para *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, houve diferença nos padrões do fator de condição entre adultos e juvenis, sendo que os primeiros apresentaram os maiores valores durante outono/inverno e os segundos, durante primavera/verão. Em trabalho com *N. rossii*, Burchett (1983c) observou um declínio no fator de condição de juvenis, porém neste estudo não foi observada sazonalidade para fator de condição nesta espécie. Coggan (1997) e Campbell *et al.* (2008) relataram que as taxas de crescimento de *N. coriiceps* variam ao longo do ano, sendo maiores durante o verão.

Recursos alimentares estão disponíveis durante todo o ano para peixes bentônicos na baía do Almirantado. A abundância de alimentos e o poder de detecção destes peixes impedem que haja sazonalidade na quantidade da dieta (Kamler, 2002). Echeverría *et al.* (2005) não observaram variância temporal significativa na abundância da megafauna durante o ano, o que sugere que estes indivíduos não são muito afetados pelo decréscimo da produtividade primária durante o inverno.

Algumas variações sazonais observadas aqui podem ser explicadas pelo metabolismo próprio das espécies ou ainda pelas mudanças que ocorrem na baía do Almirantado no decorrer das estações. Durante o verão, a hidrografia da baía do Almirantado resulta da interação de dois influxos: o estreito de Bransfield e a água doce de degelo. Assim, há registros de que, nesse período, os primeiros 15-35 metros da coluna d'água são produtos da mistura de água do mar com água de degelo, originando grandes variações locais de temperatura (-1,6 a 3°C) e salinidade (16 a 34) (Szafránski & Lipski, 1982). Ainda, durante o inverno observa-se uma diminuição na densidade da macrofauna constituinte da baía do Almirantado (Weber e Montone, 2006).

## 5 Conclusões

1. Há maior ocorrência de *N. rossii* em Punta Plaza e de *N. coriiceps* no Glaciar Ecolgy.
2. Não há diferença espacial entre os tamanhos de *N. rossii* e *N. coriiceps*.
3. Não foi possível estabelecer parâmetros de higidez a partir dos constituintes plasmáticos, sendo necessária a continuidade das coletas nos próximos anos, visando o biomonitoramento em longo prazo da baía do Almirantado.
4. Tanto para *N. rossii* quanto para *N. coriiceps* foram observadas menores concentrações de lipídios nos tecidos hepático e muscular durante as estações de outono/inverno. Este foi o mesmo período onde se observou uma queda no consumo de algas por estes peixes.
5. A dieta de *N. rossii* se constituiu predominantemente por anfípodas e algas. Poliquetas e gastrópodas também apareceram na dieta, porém de forma secundária.
6. Houve predominância de anfípodas outros na dieta de *N. coriiceps*. As salpas e as algas também apareceram como itens importantes na dieta da espécie e, juntamente com outras presas, reafirmam o comportamento alimentar de *N. coriiceps*, que se adapta ao que há de disponível no ambiente.
7. Recursos alimentares estão disponíveis durante todo o ano para peixes da Baía do Almirantado. Aliado ao poder de detecção de presas impede que haja sazonalidade na dieta e no metabolismo dos peixes aqui estudados.

## REFERÊNCIAS

- ARIGONY-NETO, J.; SIMÕES, J. C.; BREMER, U. F.; DANI, N. Perspectivas para o gerenciamento ambiental da baía do Almirantado, ilha Rei George, Antártica. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 15, p. 91-99. 2002.
- BAYIR, A.; SIRKECIOGLU, A. N.; POLAT, H. & ARAS, N. M. Biochemical profile of blood serum of siraz *Capoeta capoeta umbla*. **Comp Clin Pathol**, v. 16, p. 119-126. 2007.
- BARGAGLI, R. **The southern ocean environment: anthropogenic impact and climate change** in Bargagli, R. Antarctic Ecosystems – Environmental contamination, Climate change, and Human impact. Springer, 395 pp. 2005.
- BARRERA-ORO, E. R.; WINTER, D. J. Age composition and feeding ecology of early juvenile *Notothenia rossii* (Pisces, Nototheniidae) at Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. **Antarctic Science**, v. 20, n.4, p. 339-341. 2008.
- BELLISIO, N. B. **Peces antárticos del sector argentino**. Taxonomia y biologia de *Chaenocephalus aceratus* y *Notothenia neglecta* de Orcades Del Sur. Buenos Aires, Secretaria de Marina Servicio de Hidrografia Naval. Publicacion H. 900, 90 pp. 1964.
- BIDINOTTO, P. M.; MORAES, G.; SOUZA, R. H. S. Hepatic glycogen and glucose in eight tropical fresh water teleost fish: a procedure for field determinations of micro samples. **B. Téc. CEPTA, Pirassununga**, v. 10, p. 53-60. 1997.
- BOMBARDELI, R. A.; MEURER, F.; SYPPERRECK, M. A. Metabolismo proteico em peixes. **Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar**, v. 7, n. 1, p. 69-79. 2004.
- BROMBERG, S. Distribuição dos anelídeos poliquetas na zona costeira rasa da Enseada Martel, Baía do Almirantado (Ilha Rei George, Antártica). Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. 1999.
- BROMLEY, P. J. The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 4, p. 36-66. 1994.
- BRYAN, S. D.; SOUPIR, C. A.; DUFFY, W. G.; FREIBURGER, C. E. Caloric densities of three predatory fishes and their prey in Lake Oake, South Dakota. **Journal of Freshwater Ecology**, Holmen, v. 11, n.2, p. 153-161, 1996.

BURCHET, M. S. Food, feeding and behaviour of *Notothenia rossi* nearshore at South Georgia. **Br. Antarct. Surv. Bull.** v. 61, p. 45-51. 1983a.

BURCHET, M. S. Morphology and morphometry of the Antarctic Nototheniid *Notothenia rossi marmorata*. **Antarctic Survive Bulletin**, v. 58, p. 71-81. 1983b.

BURCHET, M. S. Age and growth of the Antarctic fish *Notothenia rossi* from South Georgia. **British Antarctic Survey Bulletin**, v. 60, p. 45-61. 1983c.

CAMPBELL, H. A.; FRASER, K. P. P.; BISHOP, C. M.; PECK, L. M.; EGGINTON, S. Hibernation in an Antarctic Fish: On Ice for Winter. **PloS ONE**, v. 3, n.3, e1743. 2008.

CAMPOS, L. S. **Implantação de estratégia de monitoramento de impacto na fauna bentônica da zona costeira rasa da Baía do Almirantado (Ilha Rei George, Antártica)**. Relatório técnico final de atividades, Projeto GEAMB/UFRJ – PROANTAR – REDE 2, 120 pp. 2007.

CASAUX, R.J.; A.S. MAZZOTA & E.R. BARRERA-ORO. Seasonal aspects of the biology and diet of nearshore nototheniid fish at Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. **Polar Biology** v. 11, p. 63-72. 1990.

CASAUX, R.; BARRERA-ORO, E.; BARONI, A.; RAMÓN, A. Ecology of inshore nototheniid fish from the Danco Coast, Antarctic Peninsula. **Polar Biology**, v. 26, p. 157-165. 2003.

CCAMLR- Comissão for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources. Disponível em: <<http://www.ccamlr.org>>. Acesso em: 2011.

CHEN, L.; DE VRIES, A. L.; CHENG, C. C. Convergent evolution of antifreeze glycoproteins in Antarctic nototheniid fish and Arctic cod. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA. Evolution**, v. 94, p. 3817-3822. 1997.

CHENG, C. H.; CHEN, L.; NEAR, T. J.; JIN, Y. Functional antifreeze glycoprotein genes in temperate-water: New Zealand nototheniid fish infer an Antarctic evolutionary origin. **Mol. Biol. Evol.**, v. 20, n. 11, p. 1897-1908. 2003.

CLARKE, A. Life in cold water – The physiological ecology of polar marine ectotherms. **Oceanography and Marine Biology**, v. 21, p. 341-453. 1983.

CLARKE, A.; MURPHY, E. J.; MEREDITH, M. P.; KING J. C.; PECK L. S.; BARNES, D. K. A.; SMITH, R. C. Climate change and the marine ecosystem of the western



Antarctic Peninsula. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 362, p. 149-166. 2007.

COGGAN, R. Seasonal and annual growth rates in the Antarctic fish *Nototthenia coriiceps* Richardson. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 213, p. 215-229. 1997.

CONVEY P. **Antarctic ecosystems**. In LEVIN, S. A. ed. Encyclopedia of biodiversity. 2nd ed. Elsevier, 12 pp. 2007.

CROCKETT, E. L.; LONDRAVILLE, R. L.; WILKES, E. E.; POPESCO, M. C. Enzymatic capacities for  $\beta$ -oxidation of fatty fuels are low in the gill of teleost fishes despite presence of fatty acid-binding protein. **Journal of Experimental Zoology**, 284: 276-285. 1999.

CULLINS, T. L.; DEVRIES, A. L.; TORRES, J. J. Antifreeze proteins in pelagic fishes from Marguerite Bay (Western Antarctica). **Deep-Sea Research II**, v. 58, n. 13-16, p. 1690-1694. 2011.

DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. **Biology of antarctic fish**. Springer-Verlag, Berlin, 1991.

DI PRISCO, G.; EASTMAN, J. T.; GIORDANO, D.; PARISI, E.; VERDE, C. Biogeography and adaptation of Notothenioid fish: Hemoglobin function and globin – gene evolution. *Gene*, v. 398 p. 143-155. 2007.

DONATTI, L.; FANTA, E. Influence of photoperiod on visual prey detection in the Antarctic fish *Notothenia neglecta*. **Antarctic Science**, v. 14, n. 2, p. 146-150. 2002.

DONATTI, L.; ZALESKI, T.; CALIL, P.; FANTA, E. Photoperiod and feeding behavior of the Antarctic fish *Notothenia rossi* (Perciformes: Nototheniidae) and functional morphology of chemical and visual sensory structures used in foraging. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, n. 2, p. 254-262. 2008.

EASTMAN, J. T. **Antarctic fish biology**: evolution in a unique environment. San Diego: Academic Press, 322 pp. 1993.

EASTMAN, J. T. The nature of the diversity of Antarctic fishes. **Polar Biol**, v. 28, p. 93–107. 2005.

ECHEVERRÍA, C. A.; PAIVA, P. C.; ALVES, V. C. Composition and biomass of shallow benthic megafauna during an annual cycle in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. **Antarctic Science**, v. 17, n. 3, p. 312–318. 2005.

EGGINTON, S.; TAYLOR, E. W.; WILSON, R. W.; JOHNSTON, I. A.; MOON, T. W. Stress response in the Antarctic teleosts (*Notothenia neglecta* Nybelin and *N. rossii* Richardson). **Journal of Fish Biology**, v. 38, n. 2, p. 225-235. 1991.

EVANS, T. G.; SOMERO, G. N. Phosphorylation events catalyzed by major cell signaling proteins differ in response to thermal and osmotic stress among native (*Mytilus californianus* and *Mytilus trossulus*) and invasive (*Mytilus galloprovincialis*) species of mussels. **Physiol. Biochem. Zool.**, v. 83, n. 6, p. 984-996. 2010.

EVERSON, I. The population dynamics and energy budget of *Notothenia neglecta* Nybelin at Signy Island, South Orkney Islands. **Br. Antarct. Surv. Bull.**, Cambridge, v. 23, p.25-50, 1970.

EVERSON, I. **Fish biology**. In LAWS, R. M. Antarctic ecology, Academic Press, London, v. 2, p. 491–532. 1984.

FANTA, E. ; RIOS, F. S. ; DONATTI, L. ; CARDOSO, W. E. . Spatial and temporal variation in krill consumption by the Antarctic fish *Notothenia coriiceps* in Admiralty Bay, King George Island. **Antarctic Science, Cambridge**, v. 15, n. 4, p. 458-462, 2003.

FISCHER, W.; HUREAU, J. C. **Oceano austral**. Vol II. Roma: Organizacion de las Naciones Unidas para Alimentacion e la Agricultura, 474 pp, 1988.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509. 1957.

GBORE, F. A.; OGinni, O.; ADEWOLE, A. M. & ALADETAN, J. O. The effect of transportation and handling stress on hematology and plasma biochemistry in fingerlings of *Clarias gariepinus* and *Tilapia zillii*. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 2, n. 2, p. 208-212. 2006.

GRÖHSLER, T. Feeding habits as indicators of ecological niches: Investigations of Antarctic fish conducted near Elephant Island in late autumn/winter 1986. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 42, p. 17-34. 1994.

GUILLAUME, J.Y.; CHOUBERT, G. **Physiologie digestive et digestibilité des nutriments chez les poissons. In: Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. Inra-lfremer** (ed by J. Guillaume, S. Kaushik, P. Bergot & R. Métailler), Versailles, France, 489 pp. 1999.

GUILLAUME, J.; KAUSHIK, S.; BERGOT, P.; METAILLER, R. (eds.). **Nutrition and Feeding of Fish and Crustaceans**. Springer Verlag, Heidelberg, Germany. 408 pp. 2001.

HAGEN, W.; KATTNER, G.; FRIEDRICH, C. The lipid compositions of high-Antarctic notothenioid fish species with different life strategies. **Polar Biology**, v. 23, p. 785-791. 2000.

HARDING, M. M.; ANDERBERG, P. I.; HAYMET, A. D. J. "Antifreeze" glycoproteins from polar fish. **Eur. J. Biochem**, v. 270, n. 7, p. 1381-1392. 2003.

HERNANDEZ-BLAZQUEZ, F. J.; GUERRA, R. R.; KFOURY JR, R.; BOMBONATO, P. P.; COGLIATI, B.; DA SILVA, J. R. M. C. Fat absorptive processes in the intestine of the Antarctic fish *Notothenia coriiceps* (Richardson, 1844). **Polar Biol**, v. 29, p. 831–836. 2006.

HUREAU, J. C. Biologie comparée de quelques poisson antarctiques (Nototheniidae). **Bol. Inst. Océan. Monaco**, 68. 1970.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**. v. 17, p. 415– 429. 1980.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://antartica.cptec.inpe.br>>. Acesso em 20/01/2012.

JEFFRIES, K. M.; HINCH, S. G.; DONALDSON, M. R.; GALE, M. K.; BURT, J. M.; THOMPSON, L. A.; FARRELL, A. P.; PETTERSON, D. A & MILLER, K. M. Temporal changes in blood variables during final maturation and senescence in male sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*: reduced osmoregulatory ability can predict mortality. **Journal of Fish Biology**, v. 79, p. 449-465. 2011.

JIN, Y.; DE VRIES, A. L. Antifreeze glycoprotein levels in Antarctic notothenioid fishes inhabiting different thermal environments and the effect of warm acclimation. **Comparative Biochemistry and Physiology: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 144, n. 3, p. 290-300. 2006.

JOHNSTON, I. A. **Growth and metabolism in Antarctic fish.** Antarctic Special Topic, 141-150. 1993.

KAMLER, E.; KRASICKA, B.; RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. Comparison of lipid content and fatty acid composition in muscle and liver of two notothenioid fishes from Admiralty Bay (Antarctica): an eco-physiological perspective. **Polar Biology**, v. 24, p. 735-743. 2001.

KAMLER, E. Inter-individual and seasonal variability of biological indices in notothenioid fishes from Admiralty Bay, Antarctica. **Polish Polar Research**, v. 23, n. 3-4, p. 265-278. 2002.

KAPOOR, B. G.; SMIT, H.; VERIGHINA, I. A. The alimentary canal and digestión in teleosts. **Advances in Marine Biology**, v. 13, p. 109-239. 1975.

KAWAKAMI, E.; VAZZOLER, G. Método gráfico e estimativo do índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, v. 29, p. 205–207. 1980.

KAWALL, H.; TORRES, J.; SIDELL, B.; SOMERO, G. Metabolic cold adaptation in Antarctic fishes: evidence from enzymatic activities of brain. **Marine Biology**, v. 140, n. 2, p. 279-286. 2002.

KNOX, G. A. **The biology of the Southern Ocean.** Cambridge: Cambridge University Press, 444 pp. 1994.

KOCK, K.H. Reproduction in fish around Elephant Island. **Archive der Fischereiwissenschaften**, v. 39, n. 17 p. 1-21. 1989.

KOCK, K. H. **Antarctic Fish and Fisheries.** Cambridge University Press, Cambridge: 359 pp. 1992.

KRIVAN, V.; DIEHL, S. Adaptive omnivory and species coexistence in tri-trophic food webs. **Theoretical Population Biology**, v. 67, n. 2, p. 85-99. 2005.

KULENZ, J. Seasonal biology of *Notothenia gibberifrons*, *N. rossi* and *Trematomus newnesi*, as well as respiration of young fish from Admiralty Bay (King George, South Shetland Islands). **Pol. Arch. Hydrobiol.**, Lamianki, v. 41, n. 1, p. 79-102. 1994.

LA MESA, M.; EASTMAN, J. T.; VACCHI, M. The role of notothenioid fish in the food web of the Ross Sea shelf waters: a review. **Polar Biol**, v. 27, p. 321–338. 2004.

LINKOWSKI, T. B.; PRESLER P.; ZUKOWSKI, C. Food habits of nototheniid fishes (Nototheniidae) in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). **Polish Polar Research**, v. 4, n. 1-4, p. 79-95. 1983.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, n. 1, p. 267-275. 1951.

MACDONALD, J. A.; WELLS, R. M. G. **Viscosity of body fluids from Antarctic notothenioid fish**. In: DI PRISCO, G.; MARESCA, B.; TOTA, B. (Eds.), *Biology of Antarctic fish*, Springer-Verlag, Berlin pp. 163–178. 1991.

MAYZAUD, P.; CHEVALIER, J.; TAVERNIER, E.; MOTEKI, M.; KOUBBI, P. Lipid composition of the Antarctic fish *Pleuragramma antarcticum*. Influence of age class. **Polar Science**, v. 5, n. 2, p. 264-271. 2011.

MENSINGER, A. F. Blood biochemistry of the oyster toadfish. **Journal of Aquatic Animal Health**, v. 17, p. 170-176. 2005.

NEDZAREK, A.; RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. Decomposition of macroalgae and the release of nutrient in Admiralty Bay, King George Island, Antarctica. **Polar Bioscience**, v. 17, p. 26-35. 2004.

OEHLENSCHLAGER, J.; REHBEIN, H. Chemical composition of some tissues of the Antarctic fish *Notothenia rossi marmorata*, Fischer 1885. **Food Chemistry**, v. 8, p. 291-297. 1982.

PÖRTNER, H. O.; LUCASSEN, M.; STORCH, D. **Metabolic biochemistry: its role in thermal tolerance and in the capacities of physiological and ecological function**. A.P. Farrell, J.F. Steffensen (Eds.), *The Physiology of Polar Fishes*, Elsevier Academic Press, San Diego. pp. 79–154. 2005.

RAKUZA-SUSZCZEWSKI, S., MIETUS, M. PIASECKI, J. Weather and climate. In RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. **The Maritime Antarctic Coast-al Ecosystem of Admiralty Bay**. Warsaw, Poland: De-partment of Antarctic Biology, Polish Academy of Sciences. 1993.

RAKUSA-SUSZCZEWSKI, S. Flow of matter in the Admiralty Bay area, King George Island, Maritime Antarctic. **Proc. NIPR Symp. Polar Biol.**, v. 8, p. 101-113. 1995.

- REZENDE, C. F.; CARAMASCHI, E. M. P.; MAZZONI, R. Fluxo de energia em comunidades aquáticas com ênfase em ecossistemas lóticos. **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 4, p. 626-639. 2008.
- RICHARDSON, M. G. The dietary composition of some Antarctic fish. **Br. Antarctic Survive Bulletin**, n. 41 e 42, p. 113-120. 1975.
- SALVANES, A. G. V.; ASKSNES, D. L.; GISKE, J. A surface-dependent gastric evacuation model for fish. **Journal of Fish Biology**, v. 47, p. 679-695. 1995.
- SAPOTA, M. R. Gonad development and embryogenesis of *Notothenia coriiceps* from South Shetlands – Antarctica. **Polar Biology**, v. 22, p. 164-168. 1999.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal: adaptação e meio ambiente**. Editora Santos. 2002.
- SEIBEL, B. A.; J. C. DRAZEN. In press. **The rate of metabolism in marine animals: Environmental constraints, ecological demands and energetic opportunities**. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 362 pp. 2007.
- SILVA, E. C. S.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Influência do tipo de alimento e da temperatura na evacuação gástrica da piranha caju (*Pygocentrus nattereri*) em condições experimentais. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 145-155. 2003.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**. W. H. Freeman and Company, 859 pp. 1995.
- SOMERO, G. N. The physiology of climate change: how potentials for acclimatization and genetic adaptation will determine “winners” and “losers”. **The Journal of Experimental Biology**, v. 213, p. 912-920. 2010.
- STEFFENSEN, J. F. **Respiratory systems and metabolic rates**. In Fish Physiology, v. 22 (FARRELL, A. P.; STEFFENSEN, J. F., eds), p. 203–238. San Diego, CA: Elsevier. 2005.
- SZAFRANSKI, Z.; LIPSKI, M. Characteristics of water temperature and salinity at Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic) during the austral summer 1978/1979. **Polish Polar Research**, v. 3, p. 7-24. 1982.

UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology**: Their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, Cambridge. 150 pp. 1997.

VAN DIJK, P. L. M.; TESCH, C.; HARDEWIG, I.; PORTNER, H. O. Physiological disturbances at critically high temperatures: A comparison between stenothermal Antarctic and eurythermal temperate eelpouts (Zoarcidae). **Journal of Experimental Biology**, v. 202, n. 24, p. 3611-3621. 1999.

VOLKMAN, N. J., PRESLER, P. E TRIVELPIECE, W. Diets of pygoscelid penguins at King George Island, Antarctica. **Condor**, v.82, p.373-378. 1980.

WEBER, R. R.; MONTONE, R. C. **Gerenciamento ambiental na baía do Almirantado, ilha Rei George, Antártica**. (Relatório da Rede 2), 259 pp. 2006.

## ANEXOS

**ANEXO 1** - Protocolos utilizados para determinação da concentração de substratos energéticos nos tecidos hepático e muscular.

### **Proteínas totais (Lowry *et al.*, 1951)**

#### Reagentes:

##### 1) Solução Alcalina

- 2g de Hidróxido de Sódio (NaOH)
- 10g de Carbonato de Sódio (NaCO<sub>3</sub>)
- 500ml de água destilada

Preparo: Dissolva o NaOH em cerca de 250ml de água em um becker sob agitador magnético (reação exotérmica). Acrescente o NaCO<sub>3</sub> e depois de bem dissolvido, transfira a solução para uma proveta de 500ml. “Lave” o becker com água destilada, completando o volume da proveta (500ml) com esta água.

##### 2) Solução Sulfato de Cobre 2%

- 1g de Sulfato de Cobre (CuSO<sub>4</sub>.5 H<sub>2</sub>O)
- 50ml de água destilada

Preparo: Dissolva o sulfato de cobre em cerca de 25ml de água em um becker sob agitador magnético. Depois de bem dissolvido, transfira a solução para um balão volumétrico de 50ml. “Lave” o becker com água destilada, completando o volume do balão volumétrico (50ml) com esta água. Cuidado, pois o cobre é extremamente tóxico.

##### 3) Solução Tartarato de sódio e potássio 4%:

- 2g de Tartarato duplo de Na e K (KNaC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O)
- 50ml de Água destilada

Preparo: Dissolva o tartarato em cerca de 25ml de água em um becker sob agitador magnético. Depois de bem dissolvido, transfira a solução para um balão volumétrico



de 50ml. “Lave” o becker com água destilada, completando o volume do balão volumétrico (50ml) com esta água.

#### 4) Reagente de Lowry (Mistura Reativa)

- 100ml de Solução Alcalina
- 1ml de Solução Sulfato de Cobre 2%
- 1ml de Solução Tartarato de Sódio e Potássio 4%

Preparo: Misture bem as três soluções. Prepare apenas a quantidade que será usada no dia, não estoque esta solução.

#### 5) Hidróxido de Sódio (KOH) 6M

- 33,6g de KOH
- 100ml de Água destilada

Preparo: Dissolva o KOH em cerca de 50ml de água em um becker sob agitador magnético (reação exotérmica). Depois de bem dissolvido, transfira a solução para um balão volumétrico de 100ml. “Lave” o becker com água destilada, completando o volume do balão volumétrico (100ml) com esta água.

#### 6) Solução Padrão de Albumina (SPA): (0,4 mg/mL)

- 10mg de Albumina bovina (fração V - Inlab)
- 25ml de água destilada
- 1 gota de NaOH 0,1N

Preparo: Após diluir a Albumina em 10ml de água destilada, acrescente o NaOH e agite vagarosamente, evitando a formação de grumos e espuma. Colocar o restante da água destilada.

Obs.: A solução pode ser congelada para uso posterior.

Procedimento:

1) Homogeneização da amostra – lise das células e extração das proteínas

Pese 0,1g da amostra e homogeneíze em 1ml de solução de KOH 6M. Leve ao banho Maria a 100°C por 5 a 10 minutos . *Deixe esfriar (temperatura ambiente).*

Em seguida coloque novamente no gelo.

2) Diluição da amostra

Diluição 1: Amostra diluída (20X).

- 50µL de amostra homegeneizada
- 950µL de Água destilada

3) Incubação e Leitura

- 400µL da Amostra lisada
- 5ml de Reagente de Lowry
- 500µL de Folin-Ciocalteu diluído em água destilada (1:1)

Preparo: Misture a amostra com o Reagente de Lowry e agite imediatamente no Vortex. Incube por 30 minutos evitando-se a exposição à luz direta.

Após passados os 30 minutos, acrescente 500µL de Folin diluído, misture imediatamente no agitador Vortex. Incube por 15 minutos no escuro e leia a absorbância a 660nm. Obs.: não exceder 60 min.

Obs.: o Folin é fotorreativo, devendo ser diluído pouco tempo antes do seu uso e permanecer sempre abrigado da luz.

A mistura adquire tonalidade azul esverdeado (escuro).

Curva padrão:

TUBOS	SPA (ml)	H <sub>2</sub> O mili-Q (ml)	Mistura Reativa (ml)	Reativo Folin (ml)	[Proteínas] (µg/ml)
A	0,05	0,95	5,0	0,5	20
B	0,10	0,90	5,0	0,5	40
C	0,20	0,80	5,0	0,5	80
D	0,30	0,70	5,0	0,5	120
E	0,40	0,60	5,0	0,5	160
F	0,50	0,50	5,0	0,5	200
G	0,60	0,40	5,0	0,5	240
H	0,70	0,30	5,0	0,5	280
Branco	---	1,00	5,0	0,5	---

### **Glicogênio (Dubois *et al.*, 1956, modificado por Bidinotto *et al.*, 1997)**

#### Reagentes:

- KOH 6N
- Etanol
- K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10%)
- Água destilada
- Fenol 4,1% (0,5mL)
- Solução padrão de glicose 100mM

#### Procedimento:

- Dissolver 100mg de tecido em 1mL de KOH em banho-maria fervente por 3 a 5 minutos (até que o tecido tenha sido totalmente dissolvido).
- Passar 250µL desta suspensão para um tubo Falcon adicionando 3mL de Etanol. Agitar para homogeneizar a mistura.
- Adicionar 100µL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10%) e agitar.
- Centrifugar a 3000rpm por 3 minutos.
- Descartar o sobrenadante invertendo o tubo.
- Adicionar ao precipitado 2,5mL de água destilada, agitando para a dissolução total.

#### Marcha Analítica:

TUBO	EXTRATO (µL)	H <sub>2</sub> O MILI-Q (µL)	PADRÃO (µL)	FENOL 4,1% (ml)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentrado (ml)
Amostra	50 (fígado) 250 (músculo)*	450 250	---	0,5	2
Padrão	---	400	100	0,5	2
Branco	---	500	---	0,5	2

\* para músculo, usar preferencialmente 500µL de extrato inicial, ou seja, sem acrescentar água (devido à baixa quantidade de glicogênio no músculo)

- Leitura a 480nm no espectrofotômetro.

## **Lipídios Totais (Folch *et al.*, 1957)**

### Reagentes:

#### 1) Clorofórmio:Metanol (2:1)

- 100ml de Clorofórmio
- 50ml de Metanol

Preparo: Misture os dois reagentes e armazene a 4°C.

#### 2) Solução Salina

- 0,9g de NaCl
- 100ml de água destilada

Preparo: Misture o NaCl com cerca de 80ml de água em um Becker sob agitador magnético. Depois de bem dissolvido, transfira a solução para um balão volumétrico de 100ml. “Lave” o Becker com água destilada, completando o volume do balão volumétrico (100ml) com esta água.

### Procedimento:

- Homogeneizar 1g de tecido em solução de clorofórmio:metanol (2:1) no próprio eppendorf onde está a amostra;
- Transferir o homogenado para uma proveta de 10ml, completando este volume com a solução clorofórmio:metanol;
- Tampar as amostras com papel alumínio e manter em repouso a 4°C por pelo menos 6 horas;
- Passado este tempo, filtre as amostras para outra proveta de 10ml, mantendo o funil tampado com papel alumínio;
- A cada 10ml de filtrado, acrescentar 2ml de solução salina;
- Manter tampado e a 4°C por, no mínimo, 6 horas.

- Decorrido o tempo determinado, a solução se separará em duas fases, sendo a inferior clorofórmica e a superior aquosa;
- Com uma seringa, aspire a fase superior, com cuidado para não retirar a fase inferior;
- A fase inferior (clorofórmica) deve ser despejada em placa de Petri previamente identificada e pesada;
- Deixar a solução evaporar sob capela por 12 a 24 horas;
- Pese novamente as placas de Petri. A diferença de peso representa a quantidade de lipídios encontrada na amostra.

Obs. Realizar todas as etapas em banho de gelo.

**ANEXO 2** - Médias e desvios padrão dos parâmetros plasmáticos do sangue calculados para *N. rossii* (Tabela 7) e *N. coriiceps* (Tabelas 8 e 9), coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.

**Tabela 7** - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. rossii* coletados no Glaciar Ecology e em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.

<i>N. rossii</i>	PRI/VER-10		OUT/INV-10		PRI/VER-11	
Ecology	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.
Proteínas totais (g/dL)	1,62	0,23	4,61	1,20	2,50	0,92
Albumina (g/dL)	2,65	3,49	2,79	1,58	1,14	0,36
Glicose (mg/dL)	105,25	47,50	92,37	39,39	102,18	54,89
Colesterol (mg/dL)	294,60	89,35	184,60	38,88	245,74	105,72
Triglicérides (mg/dL)	535,90	250,16	422,56	265,91	266,39	108,47
Cálcio (mg/dL)	4,87	0,79	17,16	5,95	5,83	1,04
Cloretos (mEq/L)	361,41	58,33	211,69	33,15	304,24	93,81
Fósforo inorgânico (mg/dL)	19,81	6,72	25,18	12,11	15,86	2,76
Magnésio (mg/dL)	5,57	1,93	2,85	1,50	7,79	3,42
<b>Punta Plaza</b>						
Proteínas totais (g/dL)	2,41	0,45	5,11	1,37	1,72	0,44
Albumina (g/dL)	1,43	0,82	3,22	1,05	1,15	0,26
Glicose (mg/dL)	95,37	44,75	34,99	18,42	67,37	28,54
Colesterol (mg/dL)	255,99	81,69	200,21	58,91	231,48	53,30
Triglicérides (mg/dL)	471,82	167,06	234,22	82,59	412,57	138,98
Cálcio (mg/dL)	4,50	0,81	12,04	3,60	4,67	1,11
Cloretos (mEq/L)	388,79	66,91	254,39	72,64	281,58	36,98
Fósforo inorgânico (mg/dL)	19,91	4,41	16,11	1,62	15,05	2,25
Magnésio (mg/dL)	4,78	1,15	2,75	0,85	9,03	1,77

**Tabela 8** - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. coriiceps* coletados no Glaciar Ecology, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.

<i>N. coriiceps</i>	PRI/VER-10		OUT/INV-10		PRI/VER-11	
Ecology - adultos	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.
Proteínas totais (g/dL)	2,14	0,49	6,24	-	3,38	1,86
Albumina (g/dL)	1,31	0,39	2,27	-	2,17	0,57
Glicose (mg/dL)	83,51	22,56	188,59	-	93,85	35,33
Colesterol (mg/dL)	261,79	59,99	123,78	-	281,68	51,35
Triglicérides (mg/dL)	662,41	166,03	722,80	-	643,96	275,51
Cálcio (mg/dL)	5,21	0,75	29,92	-	7,08	1,69
Cloretos (mEq/L)	330,36	98,23	-	-	262,85	47,36
Fósforo inorgânico (mg/dL)	18,36	5,99	29,73	-	17,34	4,20
Magnésio (mg/dL)	5,57	2,57	2,98	-	9,65	4,78
<b>Ecology - juvenis</b>						
Proteínas totais (g/dL)	2,38	0,06	5,45	0,74	4,64	1,31
Albumina (g/dL)	1,22	0,55	2,77	1,01	1,24	0,18
Glicose (mg/dL)	68,82	43,25	107,38	83,06	90,67	54,69
Colesterol (mg/dL)	248,85	93,56	211,09	41,06	174,68	50,70
Triglicérides (mg/dL)	701,94	222,23	354,01	200,02	170,34	121,03
Cálcio (mg/dL)	5,33	2,51	11,24	3,72	6,90	1,15
Cloretos (mEq/L)	340,84	38,07	260,71	58,58	258,84	52,90
Fósforo inorgânico (mg/dL)	20,31	8,83	28,42	11,10	11,14	-
Magnésio (mg/dL)	3,92	1,16	2,56	0,74	3,39	2,16



**Tabela 9** - Médias e desvios padrão para os parâmetros plasmáticos do sangue de *N. coriiceps* coletados em Punta Plaza, baía do Almirantado, ilha Rei George, península Antártica, no período de Pri/Ver-10 a Pri/Ver-11.

<i>N. coriiceps</i>	PRI/VER-10		OUT/INV-10		PRI/VER-11	
<b>Punta Plaza - adultos</b>	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.
Proteínas totais (g/dL)	2,52	1,34	6,66	0,59	3,60	0,49
Albumina (g/dL)	1,39	0,41	2,95	1,29	2,02	0,31
Glicose (mg/dL)	82,64	42,14	46,95	8,94	90,43	8,83
Colesterol (mg/dL)	215,17	71,95	181,62	33,68	331,57	32,25
Triglicérides (mg/dL)	638,12	151,29	200,63	64,88	859,33	7,68
Cálcio (mg/dL)	6,99	4,35	16,82	14,79	7,54	0,04
Cloretos (mEq/L)	348,16	58,18	283,75	126,47	289,62	26,68
Fósforo inorgânico (mg/dL)	15,87	6,87	15,70	-	18,54	1,23
Magnésio (mg/dL)	5,38	2,90	2,87	0,48	12,22	0,06
<b>Punta Plaza - juvenis</b>						
Proteínas totais (g/dL)	4,09	1,93	6,36	1,13	-	-
Albumina (g/dL)	1,57	0,34	2,97	0,61	-	-
Glicose (mg/dL)	99,47	54,66	31,67	22,69	-	-
Colesterol (mg/dL)	262,21	69,18	186,13	63,19	-	-
Triglicérides (mg/dL)	1014,19	426,81	196,63	195,51	-	-
Cálcio (mg/dL)	11,10	7,53	13,51	2,04	-	-
Cloretos (mEq/L)	274,29	122,86	286,14	121,83	-	-
Fósforo inorgânico (mg/dL)	13,43	9,16	22,03	-	-	-
Magnésio (mg/dL)	5,05	3,72	2,04	0,86	-	-